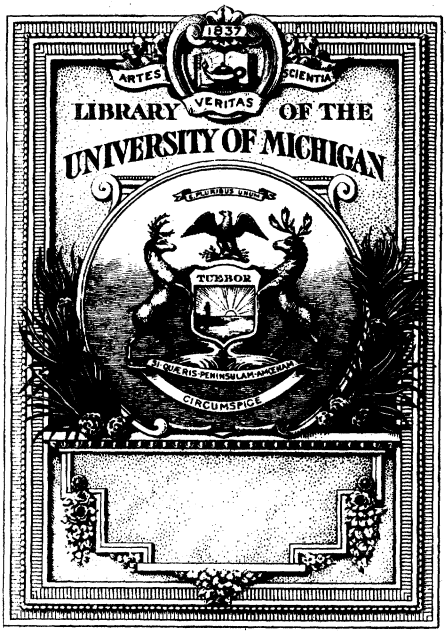
KANT

SÄMTLICHE

WERKE

VII. BAND

B
2753
.1919
v.7


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

B
2753
.1919
v.7

Immanuel Kant

Sämtliche Werke

o

Herausgegeben

von

O. Buek. P. Gedan, W. Kinkel,
J. H. v. Kirchmann, K. Vorländer,
F. M. Schiele, Th. Valentiner

Siebenter Band

Kleinere Schriften zur Naturphilosophie

Leipzig
Verlag von Felix Meiner

Philosophische Bibliothek
Band 48.

Immanuel Kants
kleinere Schriften
zur Naturphilosophie.

Zweite Auflage.

Herausgegeben und mit einer Einleitung sowie mit einem Personen- und Sachregister versehen

von

Dr. Otto Buek.

Erste Abteilung.

Leipzig.
Verlag der Dürr'schen Buchhandlung.
1909.

Druck von C. Grumbach in Leipzig.

Philos.
Hetter
1-23-26
10994

Vorwort des Herausgebers.

Die vorliegende Neuausgabe von Kants Naturphilosophischen Schriften (Abteilung I) enthält die beiden Hauptwerke der vor- und nachkritischen Periode, während der folgende Band (Abteilung II) die kleineren naturwissenschaftlichen Abhandlungen und Nebenschriften in sich vereinigt. Von dieser Reihenfolge und Anordnung konnte nicht abgegangen werden, da die neue Bearbeitung dieser Kantausgabe der Philosophischen Bibliothek sich nur nach und nach vollzieht und in ihrem Plan und ihrer Disposition auf die alte Kirchmannsche Ausgabe zurückgeht. Da infolgedessen eine streng chronologische Ordnung oder eine rein sachliche Zusammenfassung der zusammengehörenden Schriften nicht durchführbar war, erscheinen in dieser Abteilung zwei Werke nebeneinander, die durch kein engeres geistiges Band zusammengehalten werden. War somit die Anordnung der Schriften von vornherein gegeben, so hielt ich es für um so notwendiger, der Durchsicht und Neubearbeitung des Textes eine erhöhte Sorgfalt und Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ich habe mich hierbei von denselben Prinzipien leiten lassen, die ich schon in der Vorrede zum 49. Bande ausgesprochen und bei seiner Herausgabe zur Anwendung gebracht habe. Dem vorliegenden Text sind überall die Erstdrucke der entsprechenden Kantischen Schriften zugrunde gelegt, und auch der Stil Kants ist in all den Besonderheiten und Eigentümlichkeiten reproduziert, die für die entsprechende Epoche charakteristisch sind. Ich habe mich hierbei lediglich bemüht, alle Druckfehler und alle offenkundigen Textentstellungen gründlich auszumerzen und die durch sie hervorgerufenen Unklarheiten nach Möglichkeit zu beseitigen, wobei ich alle

mir zugänglichen Ausgaben, in erster Linie auch die neue Akademieausgabe als Hilfsmittel benutzt und herangezogen habe. Die wichtigsten Varianten sind in Form von Fußnoten unter dem Texte verzeichnet. Außerdem lasse ich noch eine Reihe weiterer Änderungen und Vorschläge zu solchen, die sich in den bisherigen Ausgaben nicht finden, am Schluß der Einleitung folgen. In der Orthographie, die in den Originalausgaben bekanntlich sehr schwankend ist, habe ich dagegen eine eingreifende Modernisierung nicht gescheut, und zwar aus Gründen, die ich in meiner schon erwähnten Vorrede zu Band 49 ausführlich dargelegt habe.

Einleitung.

Die beiden hier vereinigten Schriften sind zeitlich wie sachlich durch einen großen Zwischenraum getrennt. Während das eine ein Jugendwerk ist, fällt das andre in die reifste kritische Zeit von Kants Schaffen, und daher waltet denn auch in beiden ein sehr verschiedenes Interesse. Wie bei allen großen Philosophen der Vergangenheit verband sich auch bei Kant der Drang nach Ermittelung und Sicherung der wissenschaftlichen Grundlagen mit dem lebendigen Forschertrieb und dem Verlangen nach schöpferischer Synthese und Erweiterung der Naturerkenntnis, und seine tiefen Naturstudien sichern ihm einen festen Platz unter den großen Naturforschern. In seinen Untersuchungen über die Erdbeben**) lieferte er die ersten wissenschaftlichen Beschreibungen dieser Naturkatastrophen; er wies in der Erregung von Ebbe und Flut und den dadurch hervorgerufenen Meeresströmungen die Ursache nach, die eine Verlangsamung in der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde bewirkt, und stellte damit eine Ansicht auf, die nachher in den Forschungen

*) G. Gerland. Immanuel Kant, seine geographischen und anthropologischen Arbeiten. Kantstudien. Band X, 1905, S. 485.

**) Philosoph. Bibl., Bd. 49. Kants kleinere Schriften zur Naturphilosophie S. 277—340.

Robert Mayers u. a. ihre Bestätigung fand, obwohl sie von diesen in etwas anderer Weise begründet wurde*); er lieferte eine richtige Theorie der Passate und des später nach Dove benannten Drehungsgesetzes der Winde**). Wenn er sich hierbei auch noch vielfach von seinem Vorgängern abhängig erweist, und wenn ihm zugleich mit seinen genialen Ahnungen auch Fehler und Unrichtigkeiten mit unterlaufen, die den Wert seiner Entdeckungen zu schmälern geeignet sind, so läßt doch andererseits wiederum seine treffsichere Intuition, mit der er trotz aller Irrtümer so häufig das Richtige traf, überall die wahrhaft große und starke naturwissenschaftliche Begabung erkennen. Aber freilich bildet die Einzelforschung nicht sein tiefstes und überwiegendes Interesse, sie tritt auch in Kants naturwissenschaftlichen Schriften nie isoliert, für sich und als alles überragender Selbstzweck auf, sondern wo die Richtung auf sie sich geltend macht, da erscheint sie im Bunde mit der Philosophie und der philosophischen Kritik. Es ist nicht allein das Einzelergebnis, die neu ergründete Tatsache, was ihn bewegt und beschäftigt, sondern der neue Zusammenhang, in dem diese erscheint: das Band, das sie mit andern Tatsachen verbindet, das Gesetz, dem sie unterworfen ist, und der Weg, die Methode, durch die sie ermittelt wird. So stellen die naturwissenschaftlichen Forschungen Kants immer zugleich große philosophische Leistungen dar, indem sie die Geltungssphäre der Grundsätze erweitern, diese selbst vertiefen und begründen und der positiven Forschung ein neues Gebiet erobern. Das größte Beispiel einer solchen Forschungsmethode ist Kants Jugendschrift, das erste der in diesem Band erscheinenden Werke, die

Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.

Diese berühmte Schrift Kants ist ein dauerndes Denkmal in der Geschichte der Wissenschaft und bedeutet eine Etappe auf dem Siegeszuge des Menschengeistes;

*) Phil. Bibl., Bd. 49, S. 217.
**) Phil. Bibl., Bd. 49, S. 363.

ein neues Stück festen Landes ward damit dem Naturrätsel abgewonnen und für die Bearbeitung durch die Wissenschaft urbar gemacht. Die eigentliche Entwickelung knüpft freilich nicht unmittelbar an Kants Werk an, sie nimmt fast ein halbes Jahrhundert später von einer neuen Anregung ihren Ausgangspunkt, die von einem französischen Denker herrührte. Aber die Forschung suchte und fand bald die Spur, die auf Kant zurückging, und verfolgte sie weiter, indem sie die eigentümlichen Ideen, die in seinem Werke verborgen lagen, neben denen des Laplace selbständig entwickelte und fortführte. Und wenn heute das Gebäude in manchem seiner Teile erschüttert und schwankend geworden ist, es bleibt der unvergängliche Ruhm Kants, zuerst ein Problem und den Weg zu seiner Lösung gezeigt zu haben, als die Zeit dafür reif geworden war. Das Einzelne und Akzidentelle dieses Werkes mag untergehen, der in ihm waltende Geist ist unsterblich.

Die Naturgeschichte des Himmels nimmt in der Reihenfolge der Kantischen Schriften die vierte Stelle ein. Nur „Die Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte“ (Bd. 49, S. 1), die 1746 begonnen, aber erst 1749 herausgegeben wurden, sowie zwei kleinere Schriften: „Untersuchung, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse einige Veränderung erlitten habe“ (Bd. 49, S. 217) und „Die Frage, ob die Erde veralte“ (Bd. 49, S. 227), die beide 1754 in den Königsberger Frage- und Anzeigungsnachrichten erschienen, liegen ihr voraus. Schon in der erstgenannten dieser kleinen Schriften erwähnt Kant die Naturgeschichte des Himmels, deren Erscheinen er hier allerdings noch unter einem andern Titel in baldige Aussicht stellt. „Ich habe diesem Vorwurfe eine lange Reihe Betrachtungen gewidmet und sie in einem System verbunden, welches unter dem Titel Kosmogonie oder Versuch, den Ursprung des Weltgebäudes, die Bildung der Himmelskörper und die Ursachen ihrer Bewegung aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen der Materie, der Theorie Newtons gemäß, herzuleiten, in kurzem öffentlich erscheinen wird“ (Bd. 49, S. 225). Nach

Vollendung seiner Studien war Kant neun Jahre lang Hauslehrer gewesen und dann nach Königsberg zurückgekehrt, um sich hier für seine Habilitation vorzubereiten. Am 17. April 1755 — d. h. in seinem dreiunddreißigsten Lebensjahr — promovierte er mit der Schrift „De Igne", „über das Feuer" (Bd. 49, S. 521), nachdem er im März desselben Jahres — also einen Monat früher — seine Naturgeschichte des Himmels herausgegeben hatte. Sie war anonym erschienen und auf Anraten seiner Freunde dem Landesherrn König Friedrich II. gewidmet, wie Borowski sagt, „lediglich in der Absicht, damit unter der Autorität des Königs bei den Gelehrten in Berlin und andern Orten nähere Untersuchungen über sein System veranlaßt würden"*). Aber dem Werk schien kein glücklicher Stern zu leuchten. Es gelangte nie in die Hände des Königs, was Kant selbst lebhaft bedauerte; noch während des Abdruckes fallierte der Verleger, sein ganzes Warenlager wurde versiegelt, und Kants Schrift kam nicht einmal auf die Messe**). Auch bei den Fachleuten scheint es keine Beachtung gefunden zu haben, es erschien nur eine einzige Rezension in den Hamburgischen freien Urteilen (1755, S. 429—432)***), und so blieb denn Kants Werk bis auf weiteres verschollen. Welche Bedeutung Kant dieser Schrift selbst beimaß, geht schon daraus hervor, daß er acht Jahre später wieder auf seinen großartigen Grundgedanken zurückkam und in seiner Abhandlung: „Der einzig mögliche Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseins Gottes" (Phil. Bibl. Bd. 47, II, S. 96—111) durch eine kurzgefaßte Darstellung seiner Theorie das Interesse der Fachgelehrten auf sie zu lenken suchte. In der genannten Schrift erwähnt Kant auch Lambert, der in seinen Kosmologischen Briefen†), die sechs Jahre nach der Natur-

*) Borowski, Darstellung des Lebens und Charakters Immanuel Kants. Königsberg 1804, S. 50.

**) a. o. a. O. S. 194f.

***) a. o. a. O. S. 50 und Akad. Ausg., Bd. I, S. 543.

†) Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues. Ausgefertigt von J. H. Lambert. Augspurg. Bey Eberhard Kletts Wittib 1761.

geschichte des Himmels herauskamen, eine ähnliche Anschauung über den Bau der Milchstraße und über die sogenannten Nebelsterne aussprach, wie Kant sie vor ihm entwickelt hatte, obwohl Lambert selbst seine Theorie schon weit früher (im Jahre 1749)*) gefunden haben will. Eine weitere Bestätigung fand die Ansicht Kants in den Forschungen William Herschels, der um 1785 auf Grund seiner tiefen Beobachtungen mit Hilfe des Spiegelteleskops zu Ergebnissen gelangte, die in den Hauptpunkten mit Kants Anschauungen über die Struktur der Milchstraße, den Saturn und den Fixsternhimmel zusammentrafen.

Obwohl so durch die Resultate der genannten Forscher das Interesse aufs neue auf Kants weit älteres Werk gelenkt war, hat sich doch Kant selbst nie zu einer zweiten Auflage seiner Naturgeschichte des Himmels entschließen können; vielleicht weil er später über einzelne Punkte anders dachte, und weil durch die neuen Forschungen so manche von seinen Anschauungen schon überholt war. Er beauftragte daher den Magister Johann Friedrich Gensichen mit der Herstellung eines Auszuges aus seiner Schrift, den dieser Kant zur Durchsicht vorlegte und im April des Jahres 1791 vollendete. Dieser Auszug, der als Anhang zu der von Sommer veranstalteten Übersetzung einer Abhandlung von Herschel: „Über den Bau des Himmels" erschien, reproduziert**) nur die zentralen Partien der Schrift, unter Hinweglassung allen Beiwerks: der Vorrede und der Einleitung, und reicht nur bis S. 109 unserer Ausgabe, weil Kant, wie Gensichen in einer Anmerkung hervorhebt, „sich nicht bewegen ließ, noch mehr aus jener Schrift vorzulegen; das übrige enthalte zu sehr bloße Hypothesen, als daß er es jetzt noch ganz billigen könnte". In einem Anhange sind noch vier Anmerkungen hinzugefügt, die von Kants Verhältnis

*) Vgl. Lamberts Brief an Kant. Kants Briefwechsel. Ak. Ausgabe, Bd. I, S. 50.

**) William Herschel über den Bau des Himmels. Drey Abhandlungen aus dem Englischen übersetzt (von G. M. Sommer). Nebst einem authentischen Auszug aus Kants Allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Königsberg 1791, bei Friedrich Nicolovius.

zu seinen Nachfolgern handeln und die Gensichen mit Genehmigung Kants und zum Teil unter Anführung von Kants eigenen Worten veröffentlicht hat*). Die wesentlichsten Änderungen und Varianten dieses Auszuges sind in den Fußnoten unserer Ausgabe verzeichnet. Die Akademieausgabe erwähnt außerdem noch ein Manuskript zu Gensichens Schrift, das sich im Besitze des Herrn Geheimrats Professor Ernst Hagen befindet und in dem Änderungen und Zusätze von Kants eigener Hand eingetragen sind. Da mir dieses Manuskript nicht zugänglich war, habe ich die Daten aus ihm, soweit sie für unsere Ausgabe in Betracht kamen, von der Akademieausgabe übernommen. Nach dem Auszuge von Gensichen wurde die Naturgeschichte des Himmels zu Kants Lebzeiten noch mehrmals wieder aufgelegt. Genauere Angaben hierüber finden sich in dem bibliographischen Verzeichnis aller vorhandenen Ausgaben, die ich am Schlusse meiner Einleitung aufführe.

Trotz dem neuerwachten Interesse für Kants kosmologische Theorie scheint die Erinnerung an sie doch bald wieder verloren gegangen zu sein. Denn als im Jahre 1796 Pierre Simon Marquis de Laplace mit seiner eigenen Nebularhypothese hervortrat, die bei vielen individuellen Zügen doch eine bedeutende Ähnlichkeit mit der Grundkonzeption Kants aufweist, erwähnte er Kant unter seinen Vorgängern nicht**), weil er, wie mit Bestimmtheit anzunehmen ist, von diesem und seinem Werke nichts wußte. Die neue Nebularhypothese erhielt ihren Namen von Laplace und wird in den wissenschaftlichen Lehrbüchern und Darstellungen der nun folgenden Zeit immer dem

*) Vgl. Kants Brief an Gensichen (Briefwechsel, Bd. II, S. 240).

**) Laplace hat seine Theorie an mehreren Stellen und zu wiederholten Malen vorgetragen, zum ersten Male in seiner „Exposition du système du monde“ (1. Aufl., Paris 1796). Eine zweite Darstellung findet sich in der Einleitung zur Theorie analytique des probabilités. Paris 1820. Faye (Sur l'origine du monde, S. 153f. Paris 1885) und Zöllner „Über die Natur der Kometen (S. 460f.) führen die wichtigsten Stellen im Auszug an.

letzteren zugeschrieben. In einem der weitverbreitetsten gemeinverständlichen Lehrbücher der Astronomie in Littrows Wundern des Himmels (erste Auflage von 1836) wird Kants Name gar nicht genannt, und erst in der vierten wird er unter den Vorgängern des Laplace mit erwähnt*). Der erste, der die Aufmerksamkeit wieder auf Kants fast vergessenes Werk gelenkt zu haben scheint, ist der französische Physiker

*) Auch in dem verbreiteten populär-wissenschaftlichem Werk von Bode, „Anleitung zur Kenntnis des gestirnten Himmels" (5. Aufl. 1788, S. 637) wird Kant zwar genannt, jedoch bloß im Anhang an Lambert, und erst 1801 (7. Aufl.) wird er Lambert vorangestellt (s. Gerland a. o. a. O. S. 418, Schöne, Ostpreußische Monatsschrift, S. 33, 257 und Borowski, S. 51.) Vergl. hierzu auch noch den Brief Kants an Biester vom 8. Juni 1781. Briefwechsel, Bd. I, 256.

„Die Nachricht in Hrn. Goldbecks litterarischen Nachrichten von Preussen S. 248—49 zeigt die Spuhr einer gütigen, aber etwas zu vorteilhaften Gesinnung des Verfassers gegen seinen vormaligen Lehrer an. Meine Naturgesch. d. Himmels konte wohl niemals vor ein Product des Lambertschen Geistes angesehen werden, dessen tiefe Einsichten in der Astronomie sich so unterscheidend ausnehmen, daß hierüber kein Misverstand obwalten kan. Dieser betrift allenfals die Priorität der Entstehung meines schwachen Schattenrisses, von seinem meisterhaften und von niemand erborgten Abrisse des cosmologischen Systems, dessen Aussenlinien freylich mit jenem leicht zusammentreffen konten, ohne daß irgend eine andere Gemeinschaft, als die der Analogie mit dem Planetensystem, daran Ursache seyn dürfte, eine Anmerkung, die der vortreffliche Mann in einem Briefe machte, womit er mich im Jahre 1765 beehrte, als ihm diese Übereinstimmung der Muthmaßungen zufälligerweiße bekannt geworden war. Übrigens hat Hr. Bode in seiner sehr gemeinnützigen Anleitung etc., da er nicht die Absicht hatte, historische Unterschiede der daselbst vorgetragenen Sätze zu bemerken, meine Meinung von der Analogie der Nebelsterne, die als elliptische Gestalten erscheinen, mit einem Milchstraßensystem unter denen Ideen, die unserer Hypothese gemein waren, mitfortlaufen lassen, obgleich Hr. Lambert darauf nicht Rücksicht genommen hatte, sondern unsere Milchstraße selbst da, wo sie gleichsam Absätze zeigt, in mehrere Stufen von Milchstraßen abtheilt; die elliptische Gestalt von jenen aber macht einen wesentlichen Grund der Vermuthung

Arago*) der in einer Analyse der Arbeiten W. Herschels auf die Übereinstimmung in den Anschauungen beider Forscher über den Bau des Himmels hinwies und seine Verwunderung darüber aussprach, daß der letztere des ersteren an keiner Stelle gedenkt. Danach findet man den Namen Kants wieder häufiger in diesem Zusammenhange erwähnt. Es sind vor allem Alexander von Humboldt**), Struve***), und nach ihnen Schopen-

---

aus, die ich von der Milchstraße, als einem bloßen Gliede eines noch größeren Systems ähnlicher Weltordnungen, wagte. Doch es ist die Berichtigung des Antheils an Muthmaßungen" die wohl jederzeit Muthmaßungen bleiben werden, nur von geringer Erheblichkeit.

Eine tiefere Würdigung der Kantischen Schrift findet sich bei Herder in einem Briefe an Lavater vom 30. Oktober 1772: „Von Kant der mein Freund und Lehrer ist, dessen alle Lieblingsmeinungen ich nicht bloß so oft gehört und mich mit ihm besprochen, sondern der mir auch seine Träume bogenweise überschickt hat etc. scheinen Sie sein erstes, recht Junglingsbuch voll Ihrer Ideen nicht zu kennen. Es ist ohne Namen und heißt „Allgemeine Theorie des Himmels, wo Sie sogar Ihre Mittelsonne finden, die auch ein Engländer ordentlich astronomisch behauptet hat usw." (Aus Herders Nachlaß herausgegeben von Heinrich Düntzer und F. G. v. Herder, 2. Bd. S. 24f.) 1784 nennt er in seinen „Ideen" die Theorie des Himmels „eine Schrift, die unbekannter geblieben ist, als ihr Inhalt verdiente". J. G. v. Herder: „Ideen zur Geschichte der Menschheit", hrsg. d. Joh. v. Müller 1827, Teil I, S. 2. Siehe Gerland a. o. a. O. S. 418.

*) Annuaire pour l'an 1842 présenté au Roi par le bureau des longitudes, 2. Edition, Paris. „Comment est-il arrivé, que six ans après la publication de cet ouvrage, Lambert n'ait fait aucune mention des vues, qui y sont développées? Comment 29 ans plus tard Herschel abordant les mêmes problèmes, ne trouva-t-il jamais sous sa plume le nom du philosophe de Kœnigsberg ou du géomètre de Muhlhouse? Ce sont deux questions que je ne saurais résoudre" (S. 451).

**) A. v. Humboldt, Kosmos, Bd. I, S. 90 (1845): „Was Wright, Kant und Lambert nach Vernunftschlüssen von der allgemeinen Anordnung des Weltgebäudes, von der räumlichen Verteilung der Materie geahnet, ist durch Sir William Herschel auf dem sicheren Wege der Beobachtung und Messung begründet worden." Siehe ferner Bd. I, 217, Bd. III 5, 49, 551, 558 usw.

***) Struve, Etudes d'Astronomie stellaire sur la Voie

hauer*), Zöllner**), Helmholtz***), Faye und andere, die Kants Verdienste um die kosmologische Forschung wieder nachdrücklich hervorgehoben und die Naturgeschichte des Himmels aus ihrer ungerechtfertigten Vergessenheit hervorgezogen haben.

In der Tat muß Kants Kosmogonie, trotzdem die heutige Wissenschaft in so manchen Punkten über sie hinausgeeilt ist, gegenüber allen früheren Versuchen als ein gewaltiger Fortschritt erscheinen. Denn alles, was seit den Tagen der Griechen, von Lukrez bis auf Descartes und Newton, in dieser Richtung geleistet worden war, trug noch das Siegel der Unreife und Kindheit der Wissenschaft an sich; aber auch die späteren Hypothesen eines Whiston, Swedenborg, Leibniz†), Buffon und Franklin blieben zu sehr im Unbestimmten stecken und kamen nicht über geistreiche Anregungen hinaus. Einen eigentlichen Vorläufer, den er selbst als solchen bezeichnet und anerkannt hat, besaß Kant nur in dem Engländer Wright von Durham, und er äußert sich folgendermaßen über sein Verhältnis zu diesem: „Ich kann die Grenzen nicht genau bestimmen, die zwischen dem System des Herrn Wright und dem meinigen anzutreffen sein und in welchen Stücken ich seinen Entwurf bloß nach-

---

lactée et sur la Distance des étoiles fixes. St. Petersbourg 1847, S. 8—11. „Entreprise sublime, si elle n'est pas trop hardie pour l'esprit humain. En tous cas, l'astronome qui a lu l'ouvrage, s'il ne souscrit point à toutes les spéculations qu'il renferme, ne s'en séparera sûrement qu'avec une vive admiration du génie et des vues parfois prophétiques de l'auteur" (p. 8).

*) Schopenhauer, Parerga und Paralipomena, Bd. II, S. 148, Reclam.

**) Zöllner, „Photometrische Untersuchungen," Leipzig 1865, 214ff. und „Über die Natur der Kometen", Leipzig 1872, 426ff.

***) Helmholtz, Vorträge und Reden, Braunschweig 1884, Bd. I, S. 44, 122, 350, Bd. II, 58ff.

†) Leibniz nimmt an, die Planeten seien während einer der Explosionen, die auf der Sonne stattfanden, von dieser herausgeschleudert worden. Siehe Leibniz, Protogaea, Goettingen 1749, § 3, S. 3.

geahmt oder weiter ausgeführt habe“ (vgl. S. 18 und 20 dieser Ausgabe). Die Übereinstimmung zwischen beiden ist tatsächlich sehr groß und erstreckt sich häufig bis in die kleinsten Einzelheiten. F. G. W. Struve (a. o. a. O. S. 8f.) hat sieben Thesen aufgezählt, die für das Kantische System charakteristisch sind und die sich nach Nyren und Gerland alle ohne Ausnahme bei Wright wiederfinden sollen. Diese Thesen lauten (ich zitiere sie nach der kurzen Zusammenfassung, die sich bei Gerland a. o. a. O. Kantstudien, S. 448 findet): „1. Die Schöpferkraft der göttlichen Allmacht ist unendlich, daher sind es auch die Welten zeitlich und räumlich. 2. Alle Fixsterne sind Zentren von Systemen analog unserem Planetensystem infolge von Gravitation und Zentrifugalkraft. 3. Die Anziehung erstreckt sich über alle Systeme, welche ein System höherer Ordnung, das der Milchstraße bilden. 4. In Analogie zum Planetensystem beziehen sich auch die Fixsterne auf einen gemeinsamen Grundplan, gegen den hin sie besonders gehäuft sind. 5. Auch das System der Milchstraße hat einen Zentralkörper, vielleicht den Sirius. 6. Solche Systeme sind sehr zahlreich. 7. Sie sind Glieder noch höherer Systeme.“ — Die hier angeführten Punkte finden sich tatsächlich in dem Werke Wrights, sowie in dem deutschen Auszug der Hamburger freien Urteile*), den Kant wahrscheinlich allein gekannt hat, wieder; allein wenn man aus diesem allerdings weitgehenden Parallelismus zwischen beiden Forschern auf eine völlige Abhängigkeit Kants von Wright schließen und ersterem jegliche Originalität absprechen will, so ist zu bedenken, daß mit den angeführten sieben Thesen der Inhalt des Kantischen Werks noch nicht im entferntesten erschöpft ist. Ganz abgesehen davon, daß Kant aus der kurzen Rezension in den Hamburger

*) Hamburger „Freie Urtheile und Nachrichten etc. Achtes Jahr 1751. An original Theory or new Hypothesis of the Universe etc. Eine neu erfundene Theorie oder neue Hypothesis von dem Weltgebäude, so sich auf die Gesetze der Natur gründet und durch mathematische Grundsätze die allgemeinen Phänomena der sichtbaren Schöpfung und insonderheit der Milchstrasse auflöset“ ... 84 in 4, S. 1—5, 9—14, 17—22.

freien Urteilen nur ein sehr unbestimmtes Bild von den Ansichten Wrights gewinnen konnte und also selbst in den Punkten, wo die Übereinstimmung deutlich ins Auge fällt, bei der Ausführung und Begründung der in Frage stehenden Sätze aus sich selbst schöpfen mußte, sind es auch gar nicht diese besonderen Ergebnisse und Details, die man mit dem Gedanken an Kants Nebularhypothese zu verbinden pflegt. Daß er die Einzelmomente zu einem Ganzen zusammensah und dieses Ganze nicht in seinem statischen Sein, sondern in seinem Ursprung, in seiner Genesis erschaute, darin liegt Kants bleibendes Verdienst um die Wissenschaft vom Kosmos. Die erwähnten Thesen über den Bau des Himmels, die er mit Wright gemein hat, erhalten erst ihren vollen Sinn und ihre wahre Bedeutung, wenn man sie als Konsequenz aus der Gesamtkonzeption erfaßt, von der sie alle als Folgen aus ihrem Grunde abgeleitet werden. Mit andern Worten: Kants eigentliche Originalität liegt nicht dort, wo er mit Wright, Lambert und Herschel, sondern da, wo er mit Laplace zusammentrifft. Daß er die Phänomene des Himmels und das ungeheure Triebwerk des Makrokosmos aus seinen Ursachen ableitete und auf seine einfachsten Bedingungen zurückführte, das ist sein eigenstes Verdienst, mit dem er die Methoden der Wissenschaft erweiterte und dem Mechanismus ein neues Anwendungsgebiet gewann. Noch Newton hatte, um die Bewegungen der Planeten zu erklären, zu der Hand Gottes seine Zuflucht genommen. Er hatte nur eine Komponente: die Zentralkräfte auf die Gesetze der Mechanik reduziert; die den Weltkörpern ursprünglich eingepflanzte und nach dem Trägheitsgesetze in ihnen fortbestehende Geschwindigkeit, die als zweiter Faktor hinzutreten mußte, um zusammen mit den Zentralkräften die regelmäßigen Bahnen der Planeten zu ergeben, hatte er auf den unmittelbaren Anstoß Gottes zurückgeleitet. Auch die kartesischen Wirbel konnten hier nicht weiterhelfen, sie waren von Newton für immer aus dem Himmel verbannt, und auch Descartes hatte letzten Endes die gegebene Spezifikation der Himmelserscheinungen aus dem Schöpfungsplan Gottes erklärt (vgl. Die Prinzipien der Philosophie. Deutsch

v. Dr. A. Buchenau, Phil. Bibl. Bd. 28, S. 83ff., 26ff.). Nun galt es, diesen Rest, den Newton stehen gelassen hatte, noch aufzulösen, und zwar nach Newtons eigenen Prinzipien: — an dem Leitfaden der Mechanik weiter hinabzusteigen, bis an die Grenze des Chaos selbst. In dieser Regression geht Kant sogar noch über Laplace hinaus: während dieser die um ein festes Zentrum rotierende Nebelmasse, aus der sich allmählich die Planeten herausdifferenzieren, zum Ausgangspunkt nimmt, versucht es Kant, auch die Entstehung eines solchen Nebelellipsoids und dessen Rotation zu demonstrieren. Die Konzeption ist die denkbar einfachste: sie beginnt mit dem absoluten Dissolutionszustand der Materie und betrachtet nun ihre Entwickelung unter dem Einfluß der Newtonschen Grundkräfte: der Anziehungskraft und der Abstoßungskraft. Die erstere ballt die Elementarpartikeln zu einem großen Klumpen zusammen: bei ihrem Fall nach dem Anziehungszentrum stoßen die Teilchen gegen einander und werden durch die Repulsion von ihrer Bahn abgebeugt; so entstehen Seitenbewegungen, die das Zentrum schließlich in einem Kreise umfassen, nachdem sich die wiederstreitenden Impulse gegenseitig aufgehoben haben. In der Mitte dieser rotierenden Nebelmasse bildet sich die Sonne durch die zum Zentrum hinsinkenden Partikeln, und in dem um diese sich drehenden Nebelring entstehen die Planeten mit ihren Trabanten, deren Ursprung man sich nach demselben Schema vorzustellen hat. Dies ist in den Hauptzügen der Grundgedanke der Kantischen Kosmogonie, die sich jedoch in wesentlichen Stücken von der des Laplace unterscheidet. Die Nebeneinanderstellung und Identifizierung beider Theorien, der man häufig begegnet, sowie der Name Kant-Laplacesche Hypothese ist daher nicht ganz gerechtfertigt. Einen wesentlichen Unterschied zwischen Kant und Laplace haben wir schon erwähnt. Eine weitere Differenz bezieht sich auf die Entstehung der Planeten, die sich Laplace gleichfalls etwas anders denkt als Kant. Nach ihm bilden sich diese durch Ringablösung, die eine Folge der Zusammenziehung des Nebelellipsoids und der dadurch bedingten, erhöhten Rotationsgeschwindigkeit und Zentrifugalkraft der Partikeln ist,

eine Vorstellung, die auf Buffon*) zurückgeht, welcher die Drehung der Nebelmasse auf ihren Zusammenstoß mit einem andern Weltkörper zurückführte. Auch über den Ursprung der Kometen sind beide Forscher verschiedener Ansicht. Während Kant diese in ähnlicher Weise aus dem Nebelklumpen hervorgehen läßt wie die Planeten, und ihre Exzentrizitäten aus der schwächeren Anziehungskraft in den großen Entfernungen ableitet, betrachtet Laplace die Kometen als fremde Körper, die aus andern Welträumen in die Anziehungssphäre unseres Planetensystems geraten sind. Es muß daher auch bei der Prüfung der gegen die Kant-Laplacesche Hypothese ins Feld geführten Einwände eine strenge Grenzlinie zwischen beiden Systemen gezogen werden. Eins der schwierigsten Bedenken, die Rückläufigkeit der Uranusmonde (eines Planeten, der zu Kants Zeiten noch nicht entdeckt war), bedroht zwar beide Theorien in hohem Maße, dagegen treffen die Einwürfe, die man neuerdings gegen die Entstehung der Planeten durch Ringbildung gezogen hat, wohl die Laplacesche Theorie, während sie die Kantische Hypothese keineswegs erschüttern. Ein andres Argument hat Faye**) gegen Kant und Laplace geltend gemacht: nach seiner Theorie müßten die Achsenbewegung der Planeten sowie die Rotation ihrer Satelliten ihrer wirklichen Drehungsrichtung entgegengesetzt sein, ein Zweifel, den Hirn und G. H. Darwin ihrerseits durch eine

*) Der erste Anstoß zu der Konzeption einer Nebularhypothese, wie sie in den Systemen Kants und Laplaces vorliegt, scheint auf Buffon zurückzuführen, der aus der von Newton festgestellten Beziehung der Sonne und aller Planeten auf eine gemeinsame Fläche, den gerade entgegengesetzten Schluß zog wie dieser, und eine einheitliche materielle Ursache für dieses Phänomen postulierte. Die wichtigsten Stellen, an denen er seine kosmogonischen Ansichten darlegt, finden sich in Histoire naturelle générale et particulière, Tome I, S. 133, Bd. VI, 1779, S 41 u. a. Näheres über diesen historischen Zusammenhang siehe O. Liebmann, Philosophische Monatshefte Bd. IX, S. 246 ff. und Analysis der Wirklichkeit. 2. Aufl. 1880, S. 369—379.

**) Faye, Sur l'origine du Monde, Paris 1885, seconde Edition, pag. 138.

Theorie der Gezeitenwirkung zu beseitigen gesucht haben*); nach Hirn könnten die starken Ebbe- und Fluterscheinungen auf den flüssigen oder dampfförmigen Planeten allmählich die Gleichheit in der Umdrehungs- und Umlaufsrichtung hergestellt haben. Überhaupt richten sich alle Einwände, die gegen beide Systeme erhoben worden sind, in ihrer überwiegenden Mehrheit nur gegen die einzelnen Ausführungen, während selbst die Gegner die Grundidee der Nebularhypothese beibehalten; auch da, wo sie sie in ihrer Gesamttendenz verwerfen oder durch andere Hypothesen ersetzen, die meist den Typus der Katastrophentheorie an sich tragen, und die Entstehung des Planetensystems aus kosmischen Zusammenstößen herleiten, wie das z. B. in den Theorien eines Croll, Ritter, Kerz, Braun u. a. geschieht, benutzen sie noch Elemente der Kant-Laplaceschen Kosmologie, wodurch sie ihre eigenen Anschauungen der letzteren wieder erheblich annähern. Mag also auch an Kants Theorie im einzelnen noch soviel als überlebt und überholt erscheinen, ihr eigentliches Wesen wird nicht davon getroffen; sie hat sich im Laufe der Zeit durchaus als verbesserungsfähig erwiesen, und ihre lebendige befruchtende Kraft ist bis heute noch nicht erschöpft. Wie sehr Kant auch hier auf dem richtigen Wege war, das beweisen seine tiefen Divinationen und Antezipationen, wie die Voraussage weiterer Planeten jenseits vom Saturn, seine Berechnung der Umschwungsdauer des inneren Saturnringes u. a. m., die, obwohl sie oft auf falschen Voraussetzungen fußten und auf unzureichende Gründe gestützt waren, später durch exakte Nachprüfungen eine Bestätigung fanden, und so ein bedeutendes Zeugnis für den Scharfblick des Naturforschers Kant ablegten.

Und doch bleibt es richtig, daß Kants Naturgeschichte des Himmels vor allem auch eine philosophische Leistung ist, wie Gerland behauptet, wenngleich nicht ganz in dem Sinne, wie er es versteht. Es ist sicherlich nicht in erster Linie das

*) Siehe F. K. Ginzel, Die Entstehung der Welt usw., Berlin 1893, S. 24 f.

Problem des Gottesbegriffs und die Aufstellung eines einwandfreien Gottesbeweises, um die Kant sich in seinen kosmologischen Spekulationen bemüht, sondern es ist das Interesse der Wissenschaft und an der Wissenschaft, das ihn dabei leitet. Die restlose Durchwirkung der Kausalität, die Souveränität der theoretischen Vernunft im Gebiete der Natur, und die Verbannung der Zweckursachen aus dem Naturreiche, das sind die Forderungen, für die er kämpft, und so seltsam es ist: der Gottesbegriff ist ihm hier noch ganz wie bei Leibniz kein Gegensatz, sondern Grundlage und Garantie für die Autonomie der Vernunft. Daß die Welt der Natur der theoretischen Forschung bis ans Ende zugänglich sei, daß keine Lücke in der mechanischen Gesetzlichkeit ihrer Organisation übrig bleibe, dafür ist der Gottesbegriff, als der Idealbegriff der Vernunft, Beweis und Bürge; die ungehemmte Durchführbarkeit der Kausalität im Felde der theoretischen Naturwissenschaft ist dann umgekehrt wieder ein Beweis für das Dasein Gottes — ein Beweis freilich, der eigentlich ein Postulat ist. So wird schon hier jene neue Ideenbedeutung des Gottesberiffs vorbereitet, die dieser in der Kritik der reinen Vernunft erhält, wo sein Charakter als Aufgabe und Regulativ für die theoretische Forschung nunmehr unverhüllt zutage tritt.

Daher bestehen noch heute die Worte zu Recht, die Helmholtz 1871 in seinem Vortrag über die Entstehung des Planetensystems gesprochen hat: „Die Kant-Laplacesche Hypothese erweist sich als einer der glücklichen Griffe in der Wissenschaft, die uns anfangs durch ihre Kühnheit erstaunen machen, sich dann nach allen Seiten hin mit anderen Entdeckungen in Wechselbeziehungen setzen und in ihren Folgerungen bestätigen, bis sie uns vertraut werden."

Literaturverzeichnis.

Die Literatur über die Kant-Laplacesche Hypothese ist außerordentlich groß; dieses Verzeichnis kann daher nicht den Anspruch auf absolute Vollständigkeit machen. — Wir führen hier außer den schon erwähnten

Schriften noch eine Reihe von solchen an, die sich teils direkt mit der Kantischen Theorie beschäftigen, teils kritisch zu ihr Stellung nehmen oder auf ihrer Grundlage weiterbauen. Eine gute Ergänzung zu der hier gegebenen Literaturübersicht findet sich in Überweg Heinzes Grundriß der Geschichte der Philosophie, Teil III, pag. 243 (8. Aufl.) sowie in Günthers Handbuch der Geophysik, Bd. I, S. 64.

F. G. W. Struve: Études d'astronomie stellaire, St. Petersbourg, Inprimerie de l'Académie impériale des sciences 1847, S. 8 ff., Système de Kant. — Dr. J. C. F. Zöllner: Photometrische Untersuchungen, Leipzig, Engelmann, 1865, S. 214 ff. — Überweg: Kants allgemeine Naturgeschichte usw., Altpreußische Monatsschrift, Bd. II, Königsberg 1865. — Hay, E.: Über Kants Kosmogonie, Altpreuß. Monatsschrift, Band III, Königsberg 1866. — Reuschle: Kant u. die Naturwissenschaft, Deutsche Vierteljahrsschrift, 31. Jahrgang, 1868, 2. Heft. — Johann Carl Friedrich Zöllner: Über die Natur der Cometen, Beiträge zur Geschichte u. Theorie der Erkenntniß, Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1872. Immanuel Kant und seine Verdienste um die Naturwissenschaft, S. 426 ff. — A. Meydenbauer: Kant oder Laplace? Kosmologische Studie, Marburg, N. G. Elwertsche Verlagsbuchhandlung, 1880. — du Prel, Dr. Carl: Die Planetenbewohner und die Nebularhypothese, Leipzig, E. Günther, 1880 u. Entwicklungsgeschichte des Weltalls, Leipzig, 1882. — Thiele, Dr. Günther: Die Philosophie Immanuel Kants nach ihrem systematischen Zusammenhange und ihrer logisch-historischen Entwicklung dargestellt und gewürdigt. Erster Band, erste Abteilung. Kants vorkritische Naturphilosophie, Halle, Max Niemeyer, 1882. S. 56 ff., S. 144 ff. — F. Ritterfeld: Die Cardinalfragen der Kosmologie und K.s Entstehung des Weltalls, Heidelberg 1883. — Helmholtz, Hermann von: Vorträge und Reden, zugleich dritte Auflage der „Populären wissenschaftlichen Vorträge" des Verfassers. Zweiter Band. Viehweg und Sohn, 1885. Über die Entstehung des Planetensystems. Vortrag gehalten in Heidelberg und Köln am Rhein im Jahre 1871. — H. Faye: Sur l'origine du monde, Paris 1885. S. 132 ff. — C. Wolf Hypothèses cosmogoniques, Paris 1886. — F. K. Ginzel: Die Entstehung der Welt nach den Ansichten von Kant bis auf die Gegenwart, Berlin 1893. — Ludw. Graf Pfeil: Ist die Kant-Laplacesche Weltbildungshypothese mit der heutigen Wissenschaft vereinbar? Deutsche Revue, Breslau 1893. — Gustav Eberhard: Die Kosmogonie von

Kant, Wien 1893. — P. von Lind: Im. Kant und Alex. Humboldt, Zeitschr. für Phil. u. phil. Kritik, 1895 u. 1896. — Schöne, Dr. G. H.: Die Stellung Im. Kants innerhalb der geographischen Wissenschaft, Altpreußische Monatshefte 1897. — G. Gerland: Immanuel Kant, Seine geographischen u. anthropologischen Arbeiten, Kantstudien, X. Band, Berlin 1905. S. 417 ff. — Holzmüller, Gustav Prof. Dr.: Elementare Kosmische Betrachtungen über das Sonnensystem und Widerlegung der von Kant u. Laplace aufg. Hypothesen über dessen Entwicklungsgeschichte, Leipzig, B. G. Teubner, 1906. — Gockel, Albert Dr.: Schöpfungsgeschichtliche Theorien, Köln 1907. — Arrhenius, Svante: Das Werden der Welten. Deutsch von L. Bamberger, Leipzig 1908, und Neue Folge, Leipzig 1908. — Außerdem erwähnt Überweg noch folgende Abhandlungen, die mir nicht zugänglich waren: O. Annel, Kants Kosmogonie und der kritische Idealismus, Didascalia 1897, Nr. 18—20. — W. Hashi: K.s Cosmogony as in his Essay on the Retardation of the Rotation of the Earth an his natural Hist. etc with introduction — ed Glasg. 1900.

Verzeichnis der Texte.

Bei der Aufstellung der Bibliographie aller vorhandenen Drucke habe ich auch die Ausgaben von Hartenstein, Rosenkranz und Kehrbach benutzt. Letzterer habe ich einige Daten entnommen, die deren Herausgeber einer persönlichen Mitteilung von Reicke verdankt (siehe unten: Kehrbachs Ausg. Nr. 15), pag. XVIII.

1. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonschen Grundsätzen abgehandelt. Königsberg und Leipzig bey Johann Friedrich Peterson 1755, VI, S. 1—200.

2. Als Anhang zu: William Herschel, über den Bau des Himmels. Drei Abhandlungen aus dem Englischen übersetzt nebst einem authentischen Auszug aus Kants allgemeiner Naturgeschichte und Theorie des Himmels, Königsberg 1791, bei Friedrich Nicolovius.

3. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, in: I. Kants sämtliche kleine Schriften nach der Zeitfolge geordnet. Erster Band, Nr. 2. Königsberg u. Leipzig 1797 (in Wirklichkeit Jena bei Voigt: Voigtsche Sammlung). Einl. XXXVIII, S. 295—494. Nachdruck.

4. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. in: Immanuel Kants früher noch nicht gesammelte kleine Schriften. Frankfurt u. Leipzig 1797 (in Wahrheit Zeitz bey Wilhelm Webel), S. 1—130. Nachdruck.

5. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. von Immanuel Kant. Neue Auflage mit des Verfassers eigenen neuen Berichtigungen. Frankfurt u. Leipzig 1797, Bl. 2—8 b, Vorrede, Bl. 8 b. Vorerinnerung bey dieser Ausgabe, unterzeichnet M. F. 1797. Bl. 9—10 Inhalt. S. 1 bis 130. Die Berichtigungen sind lediglich Anmerkungen, die der Herausgeber Frege dem Auszug von Gensichen (Nr. 2) entnommen und „gehörigen" Orts hinzugefügt hat. Außerdem erklärt der Verfasser, er habe „übrigens auch dem Style einige Aufmerksamkeit gewidmet und die Sprache

dem jetzigen Genie derselben näher zu bringen gesucht." Wir zitieren diesen Nachdruck, der mit dem unter 4 angeführten identisch ist, als Ausgabe von 1797.

6. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. von Immanuel Kant. Neue Auflage mit des Verfassers eigenen neuen Berichtigungen. Zeitz bey Wilhelm Webel 1798, Bl. 2—8. Vorrede Kants, Bl. 10a—10b. Vorerinnerung bey dieser Ausgabe, unterzeichnet M. F. 1797, Bl. 11—12, Inhalt, S. 1—143. Dieser Nachdruck ist mit dem vorigen identisch.

7. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels in: Kants vermischte Schriften. Achte und vollständige Ausgabe, Halle in der Rengerschen Buchhandlung 1799, Nr. 3, Band I, S. 283—520. (Tieftrunk.)

8. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. von Immanuel Kant, 4. Auflage, mit des Herrn Verfassers eigenen neuen Berichtigungen, Zeitz bey Wilhelm Webel, 1808, Bl. 2—10a. Kants Vorrede, 10a—10b. Vorerinnerung bey dieser Ausgabe, unterzeichnet M. F., Bl. 11—12, Inhalt, S. 1—142. Identisch mit 4. 5. 6.

9. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. in: Immanuel Kants Werke sorgfältig revidierte Gesamtausgabe in 10 Bänden (herausgegeben von G. Hartenstein, Leipzig 1838). Band 8, Nr 3, S. 217—381, Modes und Baumann.

10. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. in: Immanuel Kants Sämtliche Werke, herausgegeben von Karl Rosenkranz und Friedr. Wilh. Schubert. Teil 6: Schriften zur Physischen Geographie. Her. von Friedr. Wilh. Schubert. Nr. 3, S. 39—226, Leipzig, Leopold Voß, 1839.

11. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels in: Immanuel Kants Sämtliche Werke in chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein, Bd. I, Nr. IV, S. 207—345, Leipzig, Leopold Voß, 1867.

12. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels in: Band 49, Abt. 1 der Philosophischen Bibliothek usw. Herausgegeben und erläutert von J. H. von Kirchmann. Nr. 1, S. 1—169. Berlin, L. Heimann, 1872.

13. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Herausgegeben von H. Ebert in: Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 12, S. 1—93 (93—101 Anmerkungen). Leipzig, Engelmann, 1890. Gekürzt. Vorrede, Inhaltsverzeichnis, Einleitung und Schlußkapitel fehlen. Nachdruck der unter 8 zitierten Ausgabe.

14. Kants Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels. Herausgegeben von A. J. von Oettingen in:

Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften. Nr. 12, S. 1—146 (147—158 Anmerkungen). Leipzig, Engelmann, 1898. Vollständiger Nachdruck der Erstausgabe von 1855 (1).

15. Immanuel Kants Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels nebst zwei Supplementen. Herausgegeben von Karl Kehrbach XXI Vorrede des Herausgebers, XXI—XXIV Inhaltsverzeichnis, S. 1—168. Supplemente: I. Kosmogonie, Eine Hypothese des Ursprungs der Weltkörper usw. aus: Der einzig mögliche Beweisgrund zu einer Demonstration des Daseyns Gottes von Immanuel Kant (1763), S. 171—188 und II. Gensichens Vorwort und Nachschrift zu dem Auszug zu Kants Naturgeschichte und Theorie des Himmels (1791), Leipzig, bei Philipp Reclam, 1884.

16. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels usw. in: Kants gesammelte Schriften, herausgegeben von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften, Band I, 1. Abteilung, S. 215—368 (S. 544—558 Erläuterungen). Herausgeber Johannes Rahts, Berlin, Reimer, 1902.

17. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels in: Immanuel Kants Werke in 8 Büchern. Ausgewählt und mit Einleitung versehen von Dr. Hugo Renner, Buch VIII, Nr. II. S. 91—182, Berlin, Weichert, 1907. Gekürzt wie Nr. 13.

Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft.

Während die Naturgeschichte des Himmels das typische Beispiel einer in die letzten Gründe der Natur eindringenden, durch kühne Hypothesen vorwärtsschreitenden Spekulation ist, die den Inhalt der meisten vorkritischen Schriften naturwissenschaftlichen Charakters bildet, sind die Metaphysischen Anfangsgründe die reife Frucht einer durch Kritik geläuterten Denkart. 1781 war Kants kritisches Hauptwerk erschienen und damit der Grund zu einer neuen Methode des Philosophierens gelegt; nun galt es, diese bis in ihre Folgen und Auszweigungen zu entwickeln und auf ihrem Fundamente das neue System der Vernunft zu errichten. Die drei Kulturgebiete: das der Natur, der Sittlichkeit und der Schönheit harrten ihrer Begründung und Sicherung aus den Prinzipien der Kritik. Jetzt handelte es sich nicht mehr darum, durch kühn erdachte Hypothesen noch unbekannte Welten der Natur zu erschließen, sondern abwärts den durchmessenen Weg der Wissenschaft zu durchforschen und zu prüfen, die vorhandenen Mittel der Erkenntnis auf ihren Gehalt zu untersuchen, an der aufgestellten Norm zu messen und von hier aus die Richtung auf den zukünftigen Fortschritt zu bestimmen. Nach der Vollendung der Kritik schreitet Kant sofort an die neue Aufgabe. 1783 erscheinen die Prolegomena, in denen er das Gewonnene gleichsam noch einmal rückschauend betrachtet, und zugleich durch eine neue Darstellung eine leichtere gemeinverständliche Fassung für die neubegründete Wissenschaft findet. Dann folgen die großen Glieder des Systems: 1785 die

Grundlegung zur Metaphysik der Sitten; 1788 die Kritik der praktischen Vernunft, 1790 die Kritik der Urteilskraft, und dazwischen 1786 die Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft, zugleich (wenn wir von dem unvollendeten Alterswerk „Übergang von den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik" absehen) die letzte größere naturphilosophische Schrift, nach der nur noch zwei kleinere Abhandlungen „Etwas über den Einfluß des Mondes auf die Witterung" vom Jahre 1794 und zu „Sömmering über das Organ der Seele" 1796 erschienen. Obwohl also diese Schrift einen ausgesprochen kritischen Charakter an sich trägt und sich durchaus in den Grundplan des kritischen Systems einordnet, reicht doch der Plan zu ihr bis weit in die vorkritische Zeit hinab. Kants Denken läßt überall eine deutliche Kontinuität erkennen, die die große Umwälzung von vielen Seiten her vorbereitet. Unter den Schriften, die den Metaphysischen Anfangsgründen voraufgehen, den drei Erdbebenstudien 1756, der Theorie der Winde 1756, der Ankündigung eines Collegii der physischen Geographie 1757, den anthropologischen Abhandlungen über die Menschenrassen von 1775 und 1785, dem kleinen Aufsatz über die Vulkane im Monde von 1785, der physischen Monadologie und dem „Neuen Lehrbegriff der Bewegung und der Ruhe" von 1756 und 1758 sind es vorzüglich die beiden letzten, die schon Probleme aus den Metaphysischen Anfangsgründen behandeln und Grundtendenzen dieser Schrift erkennen lassen. Die Idee zu einem ähnlichen Werke scheint Kant schon sehr früh und im Zusammenhange mit einer größeren Schrift gekommen zu sein, in der bereits kritische Motive anklingen sollten, wenigstens finden wir die erste Andeutung auf sie in einem Schreiben an Lambert vom Jahre 1765, in dem sich Kant folgendermaßen über seine schriftstellerischen Pläne äußert: „Alle diese Bestrebungen laufen hauptsächlich auf eine eigentümliche Methode der Metaphysik und vermittelst derselben auch der gesamten Philosophie hinaus, wobei ich Ihnen, mein Herr, nicht unangezeigt lassen kann, das Herr Kanter, welcher von mir ver-

nahm, daß ich eine Schrift unter diesem Titel vielleicht zur nächsten Ostermesse fertig haben möchte, nach Buchhändler Art nicht gesäumt hat, diesen Titel, obgleich etwas verfälscht, in den Leipziger Meßkatalog setzen zu lassen. Ich bin gleichwohl von meinem ersten Vorsatze so ferne abgegangen: daß ich dieses Werk als das Hauptziel aller dieser Aussichten noch ein wenig aussetzen will, und zwar darum, weil ich im Fortgange desselben merkte, daß es mir wohl an Beispielen der Verkehrtheit im Urteilen gar nicht fehlete, um meine Sätze von dem unrichtigen Verfahren zu illustrieren, daß es aber gar sehr an solchen mangele, daran ich in concreto das eigentümliche Verfahren zeigen könnte. Daher, um nicht etwa einer neuen philosophischen Projektmacherey beschuldigt zu werden, ich einige kleinere Ausarbeitungen voranschicken muß, deren Stoff vor mir fertig liegt, worunter die: metaphysische Anfangsgründe der natürlichen Weltweisheit und die metaph. Anfangsgr. der practischen Weltweisheit die ersten seyn werden, damit die Hauptschrift nicht durch zu weitläuftigte und doch unzulängliche Beyspiele allzu sehr gedehnet werde." (Kants Briefwechsel, Bd. I, S. 53, Akademieausgabe.)

Indessen all diese Pläne wurden durch das große kritische Unternehmen umgestoßen, das im Laufe der folgenden Jahre Kants ganzes Denken in Anspruch nimmt. 1770 erscheint die Dissertation: „De mundi sensibilis atque intelligibilis forma et principiis", das Vorspiel zu dem großen Umwälzungswerk im Gebiete der Philosophie (Philosoph. Bibl. Bd. 46C, S. 86), dann folgt die lange Zäsur in Kants schriftstellerischer Tätigkeit, in der die ungeheueren Gedanken der Kritik der reinen Vernunft reifen. Und nun erst, volle zwanzig Jahre nach jenem ersten Briefe an Lambert und vier Jahre nach der Kritik der reinen Vernunft, kommt Kant wieder auf seine alte Absicht zurück. In einem Schreiben an Schütz kündigt er die baldige Vollendung der Metaphysischen Anfangsgründe an: „Ehe ich an die versprochene Metaphysik der Natur gehe, mußte ich vorher dasjenige, was zwar eine bloße Anwendung derselben ist, aber doch einen empi-

rischen Begriff voraussetzt, nämlich die metaphysischen Anfangsgründe der Körperlehre, sowie in einem Anhange, die der Seelenlehre*) abmachen: weil jene Metaphysik, wenn sie ganz gleichartig sein soll, rein sein muß, und dann auch, damit ich etwas zur Hand hätte, worauf, als Beispiele in concreto, ich mich dort beziehen und so den Vortrag faßlich machen könnte, ohne doch das System dadurch anzuschwellen, daß ich diese mit in dasselbe zöge. Diese habe ich nun unter dem Titel: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft in diesem Sommer fertig gemacht und glaube, daß sie selbst dem Mathematiker nicht unwillkommen seyn werde. Sie würden diese Michaelsmesse herausgekommen seyn, hätte ich nicht einen Schaden an der rechten Hand bekommen, der mich gegen das Ende am Schreiben hinderte. Das Manuskript muß also schon bis Ostern liegen bleiben" (Brief v. 13. Sept. 1785)**) Bd. I S. 382. Einige Wochen darauf schreibt Hartknoch an Kant: „Es wäre doch besser gewesen, wenn Sie Ihrem ersten Entschlusse gefolgt wären u. die fertig liegende Abhandlung an HEn. Grunert nach Halle geschickt hätten. Ich weiß zwar, daß er Sie sowohl mit dem Proleg. als mit der Metaph. der Sitten lange aufgehalten hat: allein das wird nicht mehr geschehen, nachdem ich es ihm verwiesen . . . Da Sie indessen Ihre Meinung geändert haben, so bitte ergebenst, das Werk auf Neujahr dem HEn. Grunert zuzusenden, damit es zeitig zur Ostermesse fertig werden. Es kann auch früher geschehen, wenn Sie es befehlen." Bd. I S. 387. Kant scheint jedoch noch gegen Ende des Jahres 1785 an der, wie aus diesen Briefen hervorgeht, schon druckfertigen Schrift gearbeitet zu haben; er erwähnt nämlich in der Vorrede eine Rezension der Institutiones Logicae et Metaph. des Herrn Professor Ulrich in Nr. 295 der Allgemeinen Literatur-Zeitung;

*) Dieser hier versprochene Anhang fehlt in den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft und ist nicht erschienen. Über die Gründe die Kant veranlaßt haben mögen, ihn zu unterdrücken vergl. Gregor Itelson: Zur Geschichte des psychophysischen Problems. Archiv für Geschichte der Philos., Bd. III, 1890, S. 283—290.

**) a. o. a. O. S. 383.

diese aber trägt das Datum vom 13. Dezember 1785*). Die Metaphysischen Anfangsgründe gelangten 1786 in Riga bei Joh. Friedr. Hartknoch zur Ausgabe und sind im Meßkatalog dieses Jahres unter den neuerschienenen Werken angekündigt**).

Borowski, der über die früheren Schriften mancherlei Einzelheiten mitteilt, weiß über diese nicht viel zu berichten und beschränkt sich auf eine ganz kurze Inhaltsangabe des Werkes (a. o. a. O. S. 75). Überhaupt scheinen die Metaphysischen Anfangsgründe bei ihrem Erscheinen nur wenig beachtet worden zu sein. Professor Behring in Marburg hatte zwar eine Vorlesung über sie angekündigt, allein eine Kabinettsorder untersagte für den Winter alle Vorlesungen über die Kantischen Lehrbücher, und zugleich wurde, wie Behring Kant in einem Schreiben mitteilt, „der dortigen philosophischen Fakultät aufgegeben, binnen einem Vierteljahre zu berichten: was von Kants Schriften überhaupt zu halten, insbesondere, ob solche zum Skeptizismus Anlaß gäben, mithin die Gewißheit der menschlichen Erkenntnis untergrüben" (21. Sept. 1786, Briefwechsel a. o. a. O. I., S. 442). Aber von da ab finden wir die Schrift nur noch ganz selten erwähnt***). Es erschienen wohl zwei Auszüge aus diesem Werke, deren einer von Schulz, der andere von Siegismund Beck herrührte; allein noch 1795 klagt Kiesewetter in einem Schreiben an Kant: „Es ist mir eine sehr auffallende Erscheinung, daß, so sehr man Ihre übrigen Schriften genützt, erklärt, ausgezogen, erläutert u. s. w. hat, sich doch nur sehr wenige bis jetzt erst mit den metaph. Anfangsgründen der Naturwissenschaft beschäftigt haben. Ob man den unendlichen Wert dieses Buchs nicht einsieht, oder ob man es zu schwierig findet, weiß ich nicht. Mir ist bis jetzt keine Bearbeitung dieses Werkes bekannt, als der vortreffliche Auszug aus demselben vom HE. Hofprediger

*) Siehe A. Höfler, Akad. Ausg., Bd. IV, S. 635 u. 638f.
**) a. o. a. O.
***) Vgl. den Brief von Hellwag 1790 und Kants Antwort darauf II. 221 u. 232f. sowie den Briefwechsel mit Sigismund Beck, vor allem ein Schreiben Kants v. 1792, II. 381.

Schulz in der allgemeinen Litteraturzeitung und der erläuternde Auszug vom HE. Mag. Beck, den ich aber bis jetzt noch nicht gelesen habe. Sollte es dem Publico nicht angenehm sein, wenn ein Commentar über dies Werk erschiene? mir hat es unter allen Ihren Schriften die meiste Mühe gemacht, u. ich denke noch mit großer Dankbarkeit daran, daß ich das völlige Verstehen desselben Ihrem mündlichen Unterricht schuldig bin"*); und am 20. April 1796 schreibt Jenisch: „Worin ist die Ursache zu suchen, daß eine große Masse wichtiger und höchst fruchtbarer Ideen in den unsterblichen Werken Ihres Geistes unbeleuchtet, ungeprüft und am allermeisten ungebraucht und ungenutzt daliegt? Die Ursache, daß einiger Ihrer Werke, daß z. B. der metaphysischen Anfangsgründe der Naturlehre von den erklärtesten Anhängern Ihres Systems kaum erwähnt wird? ... Herr Magister Beck, ein ebenso gründlicher und kenntnisvoller, als bescheidener Denker, hat nur vor einiger Zeit und nicht ohne Glück angefangen, dies äußerst wichtige Werk zu erläutern"**). Dagegen war die Wirkung der Schrift auf die nachfolgenden Generationen um so tiefer. Sie übte einen mächtigen Einfluß auf die neu entstandene Richtung der Naturphilosophie, auf Schelling und Hegel einerseits, und Fries und Apelt andererseits aus. Mit Recht schreibt Rosenkranz: „will man die Bedeutsamkeit der Kant'schen Dynamik recht erkennen, so muß man erwägen, daß die Schellingsche Construktion der Materie ohne sie unmöglich gewesen wäre", und Hegel erklärt in seiner Enzyklopädie: „Kant hat unter andern auch das Verdienst, durch seinen Versuch einer sogenannten Konstruktion der Materie in seinen metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft, den Anfang zu einem Begriff der Materie und mit diesem Versuch den Begriff einer Naturphilosophie wieder erweckt zu haben." Seitdem ist das Interesse für dieses Kantische Werk dauernd lebendig geblieben. 1828 widmete ihm Herbart in seiner allgemeinen Metaphysik eine ausführliche Rezension,

*) Bd. III, S. 23.
**) Bd. III, S. 76.

und so wirkte es auch von da ab weiter fort bis hinein in die philosophische Diskussion der neuesten Zeit.

Allein das Lob Hegels ist zweideutig. Der Übergang von Kants metaphysischen Anfangsgründen zur nachkantischen Naturspekulation ist nicht homogen. Die Grenze, die Kant in diesem Werke zwischen Philosophie und Wissenschaft zog, ist keineswegs zufällig, sondern zieht zugleich einen scharfen Trennungsstrich zwischen der ersteren und aller sogenannten Naturphilosophie. Die Unterscheidung, die Kant zwischen Weg und Aufgabe der Wissenschaft errichtete, wehrt auch alle spekulativen Abenteuer und Scheinlösungen ab, an denen sich die philosophische Romantik berauschte, und bezeichnet prägnant den Punkt, wo Wissenschaft und Begriffsdichtung sich scheiden. Wohl ist die Form der Wissenschaft durch die Bedingungen und das Ideal der Erkenntnis bestimmt, wie sie in der Kritik der reinen Vernunft aufgestellt waren, und die Konstituentien des Erkenntnisbegriffes sind demnach maß- und gesetzgebend für den Gegenstand — sie sind die allgemeinen Schemata für die Naturgesetze. Doch die Gesetze müssen sich konkretisieren, am Besonderen und Einzelnen in Funktion setzen und in der unendlichen Spezifikation der Natur die Einheit des logischen Bandes herstellen. Dieser Weg der Durchdringung von Gesetz und Einzelobjekt geht durch eine Unendlichkeit von Ansätzen und Hypothesen, Versuchen und Experimenten, mit deren Hilfe die exakte Wissenschaft vorwärts schreitet, er geht durch die Schule der Mathematik und nicht durch vage Analogien und Begriffskünsteleien, die die Kontrolle der wissenschaftlichen Methoden ignorieren. Zwar sind diese Experimente und Hypothesen selbst wiederum Einzelanwendungen allgemeiner Erkenntnisgrundsätze, aber unter Zugrundelegung neuer Bedingungen, die wohl potentiell in ihnen angelegt, doch zugleich durch die Eigenart der zu lösenden Probleme bestimmt sind. Damit haftet ihnen ein Moment des Willkürlichen und Hypothetischen an, das seinerseits wieder von einer tieferen fundamentaleren Setzung seine Begründung erwartet, ein Regressus, der nie abbricht und nie sein Ende erreicht, sondern der Uner-

schöpflichkeit der Denkfunktion gemäß selbst unablässig weitergeht. Das ist der Sinn des Empirischen der Erkenntnis, mit dem allererst der Übergang von den reinen Begriffen und Grundsätzen zur eigentlichen Naturwissenschaft gewonnen wird: von diesem Übergang handeln die Metaphysischen Anfangsgründe. Sie beobachten das Stadium des Erkennens, wo es, gleichsam von der ersten empirischen Setzung befruchtet, seinen Ausgangspunkt und Weg bis mitten hinein in die Materie des Vielen und Mannigfaltigen antritt. Eins der ersten und allgemeinsten Gebiete, das es hierbei berührt und das schon ein Element des Konkreten enthält, ist die Mechanik; allein das Konkrete selbst, das sie enthält, unterliegt darum doch den notwendigen Bestimmungen des Allgemeinen, dessen Konkretes es ist. Es ist die Aufgabe der metaphysischen Anfangsgründe, diese notwendigen Bestimmungen im einzelnen und im besonderen zu entwickeln — eine Aufgabe, die hier zuerst eine vorbildliche Formulierung gefunden hat. Gewiß ist auch bei diesem Werk die Zeit über so manche von den Ausführungen und besonderen Definitionen, Sätzen und Lehrsätzen hinausgeschritten, allein das Problem, das Postulat, das in ihm aufgestellt ist, hat sie nirgends und in keinem Punkte erschüttert, es ist vielmehr seitdem nur noch aktueller und dringlicher geworden. Dieses Postulat besteht in der Forderung einer unausgesetzten Annäherung an das Ideal wissenschaftlicher Gründlichkeit und Exaktheit.

Was aber der Naturwissenschaft die Exaktheit verleiht, das ist die Mathematik — in diesem Satze gipfelt der Grundsinn der berühmten Vorrede zu Kants metaphysischen Anfangsgründen. Erst in der Mathematik, in dem festen Größengefüge, treten die Dinge in Reih' und Glied, werden sie aus der schwankenden Vieldeutigkeit herausgehoben und zur strengen Eindeutigkeit determiniert. Es ist ein Grundgedanke der neuen Zeit, dem die moderne Wissenschaft ihre größten Erfolge verdankt, der hier von Kant ausgesprochen und in aller Strenge bewiesen wird.

Mit sicherem Blicke hat Kant die wichtigen Probleme der exakten Naturwissenschaft hervorgehoben und ausgezeichnet und die Punkte bloßgelegt, an

denen diese noch der genaueren Begründung und Vertiefung bedarf. Das Gebiet der Mechanik ist die Lehre von den Bewegungen eines Massenpunktes. Die reine Bewegung eines solchen Punktes, unter Abstraktion von ihrer Verursachung, und ihre Subsumtion unter dem Begriff der Größe, ist der Gegenstand des ersten Abschnittes: der Phoronomie, deren Hauptstück von der Zusammensetzung der Geschwindigkeiten handelt. Hier rührt Kant an eine Frage, die von den Physikern meist rein dogmatisch oder axiomatisch entschieden wird. Daß Geschwindigkeiten addiert werden können, wie andre numerische Größen, daran wird gar nicht gezweifelt. Kant aber deckt die Schwierigkeit einer solchen Addition auf und versucht sie zu lösen. Denn daß die Strecke, die ein Punkt in einer Sekunde mit zwei gleichzeitig an ihm wirkenden Geschwindigkeiten durchläuft, gleich der Strecke ist, die er durchlaufen müßte, wenn er sich in der ersten Sekunde mit der einen, und in der folgenden mit der zweiten Geschwindigkeit bewegte, ist keineswegs selbstverständlich. Kant zeigt nun, daß diese Gleichsetzung beider Bewegungen in der Tat in einem Falle denkbar und darum möglich ist. Er läßt die Bewegungsresultante nach einem bestimmten Verfahren aus ihren Komponenten entstehen, womit er uns zugleich ein instruktives Beispiel für die Methode vorführt, die er Konstruktion eines Begriffs in der Anschauung nennt. — Noch wichtiger als dieser erste Teil ist der zweite: die Dynamik, der auch durch seine Wirkung auf die folgende Zeit von großer Bedeutung ist. Er enthält den Versuch, die Materie selbst aus Kräften zu konstruieren, d. h. den unklaren und verworrenen Begriff des Materiellen auf die exakte Vorstellung wirkender Kräfte oder Bewegungsgesetze zurückzuführen; der erste Ansatz zu dieser Konstruktion findet sich bereits in der Physischen Monadologie (Philosoph. Bibl. Bd. 49, S. 341) vor, in der Kant allerdings noch für eine, an Boscowichs Theorie erinnernde Vorstellung von Kraftzentren oder Punkten eintritt. Das spätere Werk dagegen bricht endgültig mit jeder Art der Atomistik, selbst mit der dynamischen, wie Kant sie noch in der physischen Monadologie gelehrt hatte. Die abso-

luten Bestimmungen sind von nun ab aus der Physik verbannt, da sie im Widerspruch mit dem Funktionscharakter der Erkenntnis stehen und auf letzte starre Daten führen. Und endlich wird auch die Kraft jedes Anthropomorphismus entkleidet und in einen gesetzlichen Abfluß mathematischer Bestimmungen aufgelöst. — Auch diese Idealisierung des Begriffs der Materie, wie sie sich in der Dynamik vollzieht, liegt ganz in der Richtung modernster Tendenzen, die in der Reduktion der ponderabeln Masse auf Verschiebungen elektrischer Energiequanta ihren Ausdruck finden.

Der dritte Abschnitt: die Mechanik, bringt eine kritische Erörterung und Deduktion der wichtigsten mechanischen Prinzipien: vor allem der drei Newtonschen Leges, die allerdings auf zwei Sätze zusammengezogen sind, dafür aber durch ein weiteres Prinzip: das der Konstanz der Masse ergänzt werden. Von besonderem Interesse ist der Fortschritt, den Kant hier in der Formulierung des Trägheitsprinzips über seine vorkritischen Schriften hinaus vollzieht. Sein wichtigstes Ergebnis ist die Eliminierung der Trägheitskraft, die ihn in seiner Erstlingsschrift „Über die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte" nicht zur Klarheit durchdringen und auch das richtige Verständnis für das Prinzip der Wechselwirkung verfehlen ließ. Kant faßt dort die Trägheit als eine positive innerliche Potenz des Körpers, mit der er sich andrängenden Bewegungen widersetzt und einem Teil ihrer Kräfte die Wage hält, und er kennt noch freie und ungehemmte Bewegungen, die zu ihrer Erhaltung einer besonderen Kraft bedürfen. Dieser Mangel wird in der Physischen Monadologie durch Gleichsetzung von Trägheitskraft und Masse verbessert, und in der Schrift: „Neuer Lehrbegriff der Bewegung und der Ruhe" (Philosoph. Bibl. Bd. 49, S. 395) überwunden, aber auch hier noch sucht Kant nach einem Ersatz für die Trägheitskraft*). Erst die metaphysischen Anfangsgründe bringen die prinzipielle Klärung, indem

*) Eine ausführliche Darstellung dieser Entwickelung gibt Dr. Günther Thiele: Die Philosophie Immanuel Kants u. v. a. Halle, Niemeyer, 1882 u. 1887.

sie das Trägheitsgesetz an Stelle der Trägheitskraft setzen und damit zugleich eine einwandfreiere Formel für das dritte Prinzip, die Wechselwirkung gewinnen.

Der vierte Teil, die metaphysischen Anfangsgründe der Phänomenologie beschäftigt sich mit den modalen Bestimmungen der naturwissenschaftlichen Grundsätze. Die interessantesten und wichtigsten Abschnitte dieses Teils handeln von dem absoluten und relativen Raum und der absoluten und relativen Bewegung. Da der Raum selbst unter den Begriff der Relation fällt und die Bewegung immer eine Veränderung räumlicher Verhältnisse ist, so muß an der Relativität beider festgehalten werden. Daß kein Subjekt der Bewegung als unwiderruflich letztes, keine Verrückung in einem begrenzten Raume als endgültig betrachtet werde, daß vielmehr die Möglichkeit einer Korrektur und einer Beziehung auf immer neue erweiterte Räume stets offen bleibe, dafür wird die Idee des absoluten Raumes, als Bürgschaft des ungehemmten Erkenntnisfortschrittes aufgerichtet. Trotzdem aber muß zwischen den willkürlichen Verschiebungen der Kinematik (Phoronomie) und den eindeutigen Bewegungsvorgängen der Mechanik unterschieden werden. Newton hatte die Ermittelung absoluter Bewegungen als nicht ganz hoffnungslos bezeichnet. Die Phänomene der Kreisbewegung könnten es nach ihm ermöglichen, etwa auf Grund von Fadenspannungen oder anderen Wirkungen der Zentrifugalkraft den eigentlichen Träger der Bewegung zu entdecken und die Ortsveränderung einem bestimmten Punkte zuzuschreiben. Kant löst diese Schwierigkeit durch die Unterscheidung, die er zwischen wahrer und absoluter Bewegung macht. Gewiß führen, und sollen die Gesetze der Mechanik auf eine eindeutige Verteilung der Bewegung an die materiellen Punkte führen; allein auch so noch bleibt die Kreisbewegung die Veränderung einer Relation, und somit relativ zu einem Punkt, der wiederum ruhig und bewegt sein kann, und so ins Unendliche. Die Bewegung erfordert zu ihrer Bestimmbarkeit immer mindestens das Verhältnis zweier Punkte, und eine Bewegung im leeren, d. h. in einem Raume, in dem außer dem Bewegten kein zweiter Punkt gegeben wäre,

liegt außerhalb der Grenzen des Erkennbaren. Will man jedoch unter wahrer Bewegung gerade das verstehen, was mit der absoluten Bewegung gemeint sei, so ist zu bedenken, daß wir unter Zugrundelegung der Gesetze der Mechanik wohl zur Feststellung solcher Bewegungen gelangen könnten, die aber gerade darum relativ zu jenen Gesetzen blieben, welche selbst keineswegs unbedingte und unumstößliche Geltung beanspruchen, sondern mit teilnehmen an dem unendlichen Progressus der Erkenntnis.

So reich somit Kants Werk an fruchtbaren Gedanken und Gesichtspunkten ist, die auch für unsere Zeit noch ihren Wert nicht verloren haben, so ist doch andererseits nicht zu vergessen, daß seine Anschauungen etwas einseitig durch das Bild der Wissenschaft bedingt und bestimmt sind, im Hinblick auf welches er seine Beweise und Deduktionen unternahm. Es sind die Newtonschen Prinzipien, die er beständig vor Augen hat und nach denen er das Modell der Naturwissenschaft formt, und dies macht es erklärlich, daß darüber gerade die Ansätze zu einer neuen Entwickelung, denen wir in Kants früheren Schriften begegnen, hier zu kurz kommen konnten. So vermissen wir vor allem unter Kants Grundsätzen das Prinzip der Erhaltung der Energie und den neuen Kraftbegriff, mit dem er in seinen früheren Schriften noch ringt*), um ihn zuletzt gänzlich zugunsten der Newtonschen Kräftemechanik fallen zu lassen. Auch an der Fernwirkung nimmt Kant keinen Anstoß, wie ihm überhaupt Attraktion und Repulsion der durchgängige Typus aller Kraftwirkungen ist, und daher wird ihm ganz folgerichtig die Mechanik zur höchsten und letzten Form der exakten Naturwissenschaft, neben der den andern Gebieten der Physik keine Selbständigkeit zukommt. Daß gerade in dieser Rangordnung noch ein Problem liegen konnte, will ihm nicht in den Sinn. Und doch hat von diesen Fragen die neuere Naturwissenschaft ihren Ausgang genommen. Sie hat

*) Vergl. die Nova dilucidatio, Bd. 46a, S. 36f., die Schrift über die negativen Größen, 1763, Bd. 46a, S. 102f. u. andre Stellen.

in der Faradey-Maxwellschen Theorie prinzipiell mit den Fernkräften gebrochen und damit dem Infinitesimalprinzip ausnahmslose Geltung verschafft, sie hat den Kraftgedanken durch den der Energie ergänzt und uns in unaufhaltsamem Fortschritt bis an einen Punkt geführt, wo sich der Zweifel selbst an die Newtonsche Physik und an die altehrwürdigen mechanischen Prinzipien wagt. Sie hat den Anspruch der Mechanik auf den Titel einer Universalwissenschaft erschüttert, und die neue Elektrizitätslehre rüstet sich schon, das Erbe jener anzutreten. Zugleich aber wirkt die moderne Energetik in konziliatorischer Tendenz, indem sie den Streit um den Vorrang der einzelnen physikalischen Disziplinen für gegenstandslos erklärt und die Koordination der Energieformen proklamiert. In diesem Kampf der Meinungen können uns die „Metaphysischen Anfangsgründe" freilich keine lösende Formel bieten, die allen Streit und alle Gegensätze schlichtet; eine solche soll man in ihnen auch gar nicht suchen. Wohl aber können sie uns lehren, was gerade heute der Wissenschaft am meisten nottut, wo ihre alten Stützen und Fundamente wanken, und alles wieder in Fluß gerät: die unermüdliche Arbeit an der Begründung und Sicherstellung der Prinzipien und der Ernst der philosophischen Gesinnung.

Literaturverzeichnis.

Lazarus Bendavid: Vorlesungen über die Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Wien 1798. — Joh. Friedr. Christoph Gräffe: Commentar über eine der schwersten Stellen in Kants Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft. Celle 1798. — Joh. Christoph Schwab: Prüfung der Kantischen Begriffe von der Undurchdringlichkeit, der Anziehung und Zurückstoßung der Körper nebst einer Darstellung der Hypothese des Herrn Le Sage über die mechanische Ursache der allgemeinen Gravitation. Leipzig 1808. — Jakob Friedrich Fries: Die mathematische Naturphilosophie nach philosophischer Methode bearbeitet. Heidelberg 1822. — Friedr. Gottlieb v. Busse: Metaphysische Anfangsgründe der Natur-

wissenschaft. Dresden und Leipzig 1828 (Göthe gewidmet). — Johann Friedrich Herbart: Allgemeine Metaphysik. 1828 u. 1829. Sechste Abteilung. Naturphilosophie von Kant. S. 440—488 (zitiert nach der Ausgabe von Hartenstein. Dritter Band, erster Teil von Herbarts sämtlichen Werken. Leipzig 1851). — Georg Wilhelm Friedrich Hegel in der Wissenschaft der Logik, Teil 1, S. 201 bis 208 (siehe Hegels Werke, dritter Band, Berlin 1833). — Schaller: Geschichte der Naturphilosophie. Halle 1846. — Kuttner: Historisch-genetische Darstellung von Kants Ansichten über die Materie, Dissertation. Berlin 1881. — August Stadler: Kants Theorie der Materie. Leipzig 1883 (die Hauptschrift über Kants metaphysische Anfangsgründe). — Adolph Stöhr: Analyse der reinen Naturwissenschaft Kants, Wien 1884, und ferner: Eine Verteidigung meiner Schrift „Analyse der reinen N. usw." gegen Prof. J. Witte. Wien 1885. — P. Tannery: La Theorie de la Matière. d'áprés Kant. Revue Philosophique, Bd. 19, 1885, p. 26 bis 46. — Dr. Robert Abendrot: Das Problem der Materie. Leipzig 1889 (eine Schrift allgemeineren Inhalts, die das Problem der Materie in seiner Beziehung zur Philosophie und zur Naturwissenschaft vom Standpunkt des Kantischen Kritizismus behandelt, ohne doch im besonderen auf Kants „Metaphysische Anfangsgründe" einzugehen). — Dr. Hans Keferstein: Die philosophischen Grundlagen der Physik nach Kants „Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft" und dem Manuskript „Übergang von den Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft zur Physik". Wissenschaftliche Beilage der höheren Bürgerschule vor dem Lübeckertore in Hamburg zum Bericht über das Schuljahr 1891—1892. Hamburg 1892. — Arthur Drews: Kants Naturphilosophie als Grundlage seines Systems. Berlin 1894. — Dr. Alois Höfler: Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik, als Nachwort zu Kants Metaphysischen Anfangsgründen der Naturwissenschaft. Leipzig 1900, Veröffentlichungen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien, Bd. IIIb.

Verzeichnis der Texte.

1. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. Riga, bei Johann Friedrich Hartknoch, 1786, XXIV und 1—158 (A').

2. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. Zweite Auflage. Riga, bey Johann Friedrich Hartknoch, 1787, XXIV u. 1—158 (A'').

3. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. Dritte Auflage. Leipzig, bei Johann Friedrich Hartknoch, 1800, XXIV und 1—126 (A''').

Diese drei Ausgaben unterscheiden sich nur durch ganz wenige und unwesentliche Änderungen voneinander. Von der zweiten Auflage gibt es, wie ich der Akademieausgabe entnehme, außerdem noch einen anderen Druck, auf dessen Vorhandensein der Herausgeber Höfler durch Menzer aufmerksam gemacht wurde. Höfler schreibt dazu:

„In der Tat ergab die Vergleichung aller dem Wormser Paulus-Museum gehörenden Ausgaben und Drucke, daß hier ein ähnlicher Fall vorliege, wie er in Sachen der Prolegomenen (im vorliegenden Bande S. 607—616) eingehend untersucht wurde. Es mag dahingestellt bleiben, ob es sich um einen unbefugten Nachdruck oder um einen aus irgend welchen Gründen wirklich von dem Verleger Hartknoch bewerkstelligten Neudruck handelt. Man vergleiche z. B. die peinlich nachgeahmten und doch nicht unmerklich verschiedenen Ziervignetten des Titelblattes und des oberen Randes der Seiten, ferner die ähnlichen, aber doch nicht gleichen Lettern u. dgl. m. Doch stimmt sonst der Satz, wie zahlreiche Stichproben zeigten, sogar in der Abteilung der Silben überein. (Daß sich die Nachahmung sogar auf schiefstehende Lettern erstreckt, läßt irgendwelche mala fides vermuten.)"

5. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. Neueste Auflage. Frankfurt und Leipzig 1794, XXIV und 1—148 (Nachdruck).

6. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. Neueste Auflage. Grätz 1796. Dieser

Druck war mir nicht zugänglich. Höfler (Akademieausgabe) sagt über ihn: „Dem Exemplar der Wiener Universitätsbibliothek ist ein Porträt Kants mit der Bezeichnung: Vernet pinx., C. Schindelmayer beigefügt (wieder veröffentlicht in den Kantstudien, Band V, vgl. S. 143f). In einem übrigens ganz gleichen Exemplar des Wormser Paulus-Museums fehlt dieses Porträt" (Akademieausgabe, Bd. IV, S. 637).

7. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. In: Immanuel Kants Werke: sorgfältig revidierte Gesamtausgabe in zehn Bänden (herausgegeben von G. Hartenstein) Achter Band, erste Abteilung, Nr. VII, S. 439—568. Leipzig 1838.

8. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. In: Immanuel Kants Sämtliche Werke. Herausgegeben von Karl Rosenkranz und Friedr. Wilh. Schubert, V. Teil. Schriften zur Philosophie der Natur. Nr. VI, S. 303—436. Leipzig, Leopold Voß, 1839.

9. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. In: Immanuel Kants Sämtliche Werke In chronologischer Reihenfolge herausgegeben von G. Hartenstein. Vierter Band, Nr. XIII, S. 355—462. Leipzig, Leopold Voß, 1867.

10. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. In: Philosophische Bibliothek. Immanuel Kants kleinere Schriften zur Naturphilosophie. Herausgegeben und erläutert von I. H von Kirchmann, Band 49, I. Abteilung, Nr. II, S. 171—306. Berlin, Heimann, 1872.

11. Immanuel Kant: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. Neu herausgegeben mit einem Nachwort: Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik von Alois Höfler. In den Veröffentlichungen der Philosophischen Gesellschaft an der Universität zu Wien. Band III a, S. 1—104 und Band III b, S. 1—168 (Nachwort von Höfler). Leipzig, Pfeffer, 1900.

12. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft von Immanuel Kant. In: Kants gesammelte Schriften. Herausgegeben von der Preußischen Akademie der Wissenschaften. Band IV. Erste Abteilung: Werke. S. 465 bis 565 und 635—651 (Erläuterungen von Höfler). Berlin, Reimer, 1903.

Varianten.

Die meisten Textkorrekturen und Varianten sind als Anmerkungen und Fußnoten im Texte selbst verzeichnet. Ich führe nun noch eine Reihe weiterer Änderungen und Vorschläge zu solchen an, die in den bisherigen Ausgaben nicht enthalten sind. Die großen Ziffern bezeichnen die Zahl der Seiten, die kleinen die der Zeilen in unserer Ausgabe — die erste Kolonne enthält die ursprüngliche Fassung der Originaldrucke, die zweite die vorgeschlagene Korrektur.

S. 65, 26: seine Wirkung — ihre Wirkung?
S. 67, 25: Bestehungsplane — Beziehungsplane?
S. 83, 33: verstatten — verstattet?
S. 121, 8: und daselbst — und daß daselbst?
S. 161, 12: Materien, deren — Materien herrscht, deren?
S. 193, 33: d. i. kein Gesetz — d. i. sich kein Gesetz?
S. 221, 15: beiderseits Richtungen — beiderseits die Richtungen?
S. 246, 1—2: in dem Erfahrungsbegriffe — in den Erfahrungsbegriff?
S. 247, 14: gemacht wurde — gemacht würde?
S. 252, 30: der Dynamik, d. i. — der Dynamik aus, d. i.?
S. 277, 2: weil diese — weil dieser?
S. 279, 34: und, da er — und daß, da er?

Zum Schluß ist es mir noch eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Ernst Cassirer in Berlin für seine freundliche Unterstützung bei der Herstellung dieser Ausgabe meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Charlottenburg, den 30. September 1909.

Dr. **Otto Buek.**

Inhaltsanzeige.

Seite

Vorwort des Herausgebers III
Einleitung IV
I. Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt. 1755 1
Zueignung 3
Vorrede 7
Inhalt des ganzen Werkes 23
Kurzer Abriß der nötigsten Grundbegriffe der Newtonischen Weltwissenschaft 31
Erster Teil. Von der systematischen Verfassung unter den Fixsternen 39
Zweiter Teil. Von dem ersten Zustande der Natur, der Bildung der Himmelskörper, den Ursachen ihrer Bewegung und der systematischen Beziehung derselben sowohl in dem Planetengebäude insonderheit, als auch in Ansehung der ganzen Schöpfung 55
1. Hauptstück. Von dem Ursprunge des planetischen Weltbaues überhaupt und den Ursachen ihrer Bewegungen 59
2. Hauptstück. Von der verschiedenen Dichtigkeit der Planeten und dem Verhältnisse ihrer Massen 68
3. Hauptstück. Von der Exzentrizität der Planetenkreise und dem Ursprunge der Kometen 78
4. Hauptstück. Von dem Ursprunge der Monde und den Bewegungen der Planeten um ihre Achse 85
5. Hauptstück. Von dem Ursprunge des Ringes des Saturns und der Berechnung der täglichen Umdrehungen dieses Planeten aus den Verhältnissen desselben 94

Seite

6. Hauptstück. Von dem Zodiakallichte . . 112
7. Hauptstück. Von der Schöpfung im ganzen Umfange ihrer Unendlichkeit, sowohl dem Raume, als der Zeit nach 114
Zugabe zum 7. Hauptstück. Allgemeine Theorie und Geschichte der Sonne überhaupt 134
8. Hauptstück. Allgemeiner Beweiß von der Richtigkeit einer mechanischen Lehrverfassung, der Einrichtung des Weltbaues überhaupt, insonderheit von der Gewißheit der gegenwärtigen 144
Dritter Teil. Welcher einen Versuch einer auf die Analogien der Natur gegründeten Vergleichung zwischen den Einwohnern verschiedener Planeten in sich enthält. — Anhang. Von den Bewohnern der Gestirne 167

II. Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft. 1786 187
Vorrede 189
1. Hauptstück. Phoronomie 204
2. Hauptstück. Dynamik 227
3. Hauptstück. Mechanik 282
4. Hauptstück. Phänomenologie 305
Personenregister 321
Sachregister 327

Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels,

oder

Verſuch

von der Verfaſſung und dem mechaniſchen Urſprunge

des ganzen Weltgebäudes

nach

Newtoniſchen Grundſätzen

abgehandelt.

Königsberg und Leipzig,

bey Johann Friederich Peterſen, 1755.

Dem Allerdurchlauchtigsten
Grossmächtigsten Könige und Herrn

Herrn

Friederich,

Könige von Preussen,

Markgrafen zu Brandenburg,
des H. R. Reichs Erzkämmerer und Kurfürsten,
Souveränen und obersten Herzoge von Schlesien etc. etc. etc.

Meinem Allergnädigsten Könige und Herrn

Allerdurchlauchtigster,
Großmächtigster König,
Allergnädigster
König und Herr!

Die Empfindung der eigenen Unwürdigkeit und der Glanz des Thrones können meine Blödigkeit nicht so kleinmütig machen, als die Gnade, die der allerhuldreichste Monarch über alle seine Untertanen mit gleicher Großmut verbreitet, mir Hoffnung einflößet, daß die Kühnheit, der ich mich unterwinde, nicht mit ungnädigen Augen werde angesehen werden. Ich lege hiemit in alleruntertänigster Ehrfurcht eine der geringsten Proben desjenigen Eifers zu den Füßen Ew. Königl. Majestät, womit Höchst Dero Akademien durch die Aufmunterung und den Schutz ihres erleuchteten Souverains zur Nacheiferung anderer Nationen in den Wissenschaften angetrieben werden. Wie beglückt würde ich sein, wenn es gegenwärtigem Versuche gelingen möchte, den Bemühungen, womit der niedrigste und ehrfurchtsvolleste Untertan unausgesetzt bestrebt ist, sich dem Nutzen seines Vaterlandes einigermaßen brauchbar zu machen, das allerhöchste Wohlgefallen seines Monarchen zu erwerben. Ich ersterbe in tiefster Devotion

Ew. Königl. Majestät

alleruntertänigster Knecht

Königsberg,
den 14. März 1755.

der Verfasser.

Vorrede.

Ich habe einen Vorwurf gewählet, welcher sowohl von seiten seiner innern Schwierigkeit, als auch in Ansehung der Religion einen großen Teil der Leser gleich anfänglich mit einem nachteiligen Vorurteile einzunehmen vermögend ist. Das Systematische, welches die großen Glieder der Schöpfung in dem ganzen Umfange der Unendlichkeit verbindet, zu entdecken, die Bildung der Weltkörper selber und den Ursprung ihrer Bewegungen aus dem ersten Zustande der Natur durch mechanische Gesetze herzuleiten: solche Einsichten scheinen sehr weit die Kräfte der menschlichen Vernunft zu überschreiten. Von der andern Seite drohet die Religion mit einer feierlichen Anklage über die Verwegenheit, da man der sich selbst überlassenen Natur solche Folgen beizumessen sich erkühnen darf, darin man mit Recht die unmittelbare Hand des höchsten Wesens gewahr wird, und besorget in dem Vorwitz solcher Betrachtungen eine Schutzrede des Gottesleugners anzutreffen. Ich sehe alle diese Schwierigkeiten wohl und werde doch nicht kleinmütig. Ich empfinde die ganze Stärke der Hindernisse, die sich entgegensetzen, und verzage doch nicht. Ich habe auf eine geringe Vermutung eine gefährliche Reise gewagt und erblicke schon die Vorgebirge neuer Länder. Diejenigen, welche die Herzhaftigkeit haben, die Untersuchung fortzusetzen, werden sie betreten und das Vergnügen haben, selbige mit ihrem Namen zu bezeichnen.

Ich habe nicht eher den Anschlag auf diese Unternehmung gefasset, als bis ich mich in Ansehung der Pflichten der Religion in Sicherheit gesehen habe. Mein Eifer ist verdoppelt worden, als ich bei jedem

Schritte die Nebel sich zerstreuen sahe, welche hinter ihrer Dunkelheit Ungeheuer zu verbergen schienen, und nach deren Zerteilung die Herrlichkeit des höchsten Wesens mit dem lebhaftesten Glanze hervorbrach. Da ich diese Bemühungen von aller Sträflichkeit frei weiß, so will ich getreulich anführen, was wohlgesinnete oder auch schwache Gemüter in meinem Plane anstößig finden können, und bin bereit, es der Strenge des rechtgläubigen Areopagus mit einer Freimütigkeit zu unterwerfen, die das Merkmal einer redlichen Gesinnung ist. Der Sachwalter des Glaubens mag demnach zuerst seine Gründe hören lassen.

Wenn der Weltbau mit aller Ordnung und Schönheit nur eine Wirkung der ihren allgemeinen Bewegungsgesetzen überlassenen Materie ist, wenn die blinde Mechanik der Naturkräfte sich aus dem Chaos so herrlich zu entwickeln weiß und zu solcher Vollkommenheit von selber gelanget, so ist der Beweis des göttlichen Urhebers, den man aus dem Anblicke der Schönheit des Weltgebäudes ziehet, völlig entkräftet, die Natur ist sich selbst genugsam, die göttliche Regierung ist unnötig, Epikur lebt mitten im Christentume wieder auf, und eine unheilige Weltweisheit tritt den Glauben unter die Füße, welcher ihr ein helles Licht darreichet, sie zu erleuchten.

Wenn ich diesen Vorwurf gegründet fände, so ist die Überzeugung, die ich von der Unfehlbarkeit göttlicher Wahrheiten habe, bei mir so vermögend, daß ich alles, was ihnen widerspricht, durch sie vor gnugsam widerlegt halten und verwerfen würde. Allein eben die Übereinstimmung, die ich zwischen meinem System und der Religion antreffe, erhebet meine Zuversicht in Ansehung aller Schwierigkeiten zu einer unerschrockenen Gelassenheit.

Ich erkenne den ganzen Wert derjenigen Beweise, die man aus der Schönheit und vollkommenen Anordnung des Weltbaues zur Bestätigung eines höchstweisen Urhebers ziehet. Wenn man nicht aller Überzeugung mutwillig widerstrebet, so muß man so unwidersprechlichen Gründen gewonnen geben[a]). Allein

a) Vorschlag Kehrbach: „sich-gewonnen geben".

ich behaupte: daß die Verteidiger der Religion dadurch, daß sie sich dieser Gründe auf eine schlechte Art bedienen, den Streit mit den Naturalisten verewigen, indem sie ohne Not denselben eine schwache Seite darbieten.

Man ist gewohnt, die Übereinstimmungen, die Schönheit, die Zwecke und eine vollkommene Beziehung der Mittel auf dieselbe in der Natur zu bemerken und herauszustreichen. Allein indem man die Natur von dieser Seite erhebet, so sucht man sie andererseits wiederum zu verringern. Diese Wohlgereimtheit, sagt man, ist ihr fremd, sie würde ihren allgemeinen Gesetzen überlassen, nichts als Unordnung zuwege bringen. Die Übereinstimmungen zeigen eine fremde Hand, die eine von aller Regelmäßigkeit verlassene Materie in einen weisen Plan zu zwingen gewußt hat. Allein ich antworte: wenn die allgemeinen Wirkungsgesetze der Materie gleichfalls eine Folge aus dem höchsten Entwurfe sein, so können sie vermutlich keine andere Bestimmungen haben, als die den Plan von selber zu erfüllen trachten, den die höchste Weisheit sich vorgesetzet hat; oder wenn dieses nicht ist, sollte man nicht in Versuchung geraten, zu glauben, daß wenigstens die Materie und ihre allgemeine Gesetze unabhängig wären, und daß die höchstweise Gewalt, die sich ihrer so rühmlichst zu bedienen gewußt hat, zwar groß, aber doch nicht unendlich, zwar mächtig, aber doch nicht allgenugsam sei?

Der Verteidiger der Religion besorgt, daß diejenigen Übereinstimmungen, die sich aus einem natürlichen Hang der Materie erklären lassen, die Unabhängigkeit der Natur von der göttlichen Vorsehung beweisen dürften. Er gesteht es nicht undeutlich: daß, wenn man zu aller Ordnung des Weltbaues natürliche Gründe entdecken kann, die dieselbe aus den allgemeinsten und wesentlichen Eigenschaften der Materie zustande bringen können, so sei es unnötig, sich auf eine oberste Regierung zu berufen. Der Naturalist findet seine Rechnung dabei, diese Voraussetzung nicht zu bestreiten. Er treibt aber Beispiele auf, die die Fruchtbarkeit der allgemeinen Naturgesetze an vollkommen schönen Folgen beweisen, und bringt den

Rechtgläubigen durch solche Gründe in Gefahr, welche in dessen Händen zu unüberwindlichen Waffen werden könnten. Ich will Beispiele anführen. Man hat schon mehrmalen es als eine der deutlichsten Proben einer gütigen Vorsorge, die vor die Menschen wacht, angeführt: daß in dem heißesten Erdstriche die Seewinde gerade zu einer solchen Zeit, da das erhitzte Erdreich am meisten ihrer Abkühlung bedarf, gleichsam gerufen über das Land streichen und es erquicken. Z. E. In der Insel Jamaika, sobald die Sonne so hoch gekommen ist, daß sie die empfindlichste Hitze auf das Erdreich wirft, gleich nach 9 Uhr Vormittags, fängt sich an, aus dem Meere ein Wind zu erheben, der von allen Seiten über das Land wehet; seine Stärke nimmt nach dem Maße zu, als die Höhe der Sonne zunimmt. Um 1 Uhr Nachmittages, da es natürlicherweise am heißesten ist, ist er am heftigsten und läßt wieder mit der Erniedrigung der Sonne allmählich nach, so daß gegen Abend eben die Stille als beim Aufgange herrschet. Ohne diese erwünschte Einrichtung würde diese Insel unbewohnbar sein. Eben diese Wohltat genießen alle Küsten der Länder, die im heißen Erdstriche liegen. Ihnen ist es auch am nötigsten, weil sie[a]), da sie die niedrigsten Gegenden des trockenen Landes sein, auch die größte Hitze erleiden; denn die höher im Lande befindliche Gegenden, dahin dieser Seewind nicht reichet, sind seiner auch weniger benötigt, weil ihre höhere Lage sie in eine kühlere Luftgegend versetzet. Ist dieses nicht alles schön, sind es nicht sichtbare Zwecke, die durch klüglich angewandte Mittel bewirket worden? Allein zum Widerspiel muß der Naturalist die natürlichen Ursachen davon in den allgemeinsten Eigenschaften der Luft antreffen, ohne besondere Veranstaltungen deswegen vermuten zu dürfen. Er bemerket mit Recht, daß diese Seewinde solche periodische Bewegungen anstellen müssen, wenngleich kein Mensch auf solcher Insel lebete, und zwar durch keine andere Eigenschaft, als die der Luft auch ohne Absicht auf diesen Zweck bloß zum Wachstum der Pflanzen unentbehrlich vonnöten ist, nämlich durch

a) Fehlt in A. corr. Rosenkranz.

ihre Elastizität und Schwere. Die Hitze der Sonne hebet das Gleichgewicht der Luft auf, indem sie diejenige verdünnet, die über dem Lande ist, und dadurch die kühlere Meeresluft veranlasset, sie aus ihrer Stelle zu heben und ihren Platz einzunehmen.

Was vor einen Nutzen haben nicht die Winde überhaupt zum Vorteile der Erdkugel, und was vor einen Gebrauch macht nicht der Menschen Scharfsinnigkeit aus denselben; indessen waren keine andere Einrichtungen nötig, sie hervorzubringen, als dieselbe allgemeine Beschaffenheit der Luft und Wärme, welche auch unangesehen dieser Zwecke auf der Erde befindlich sein mußten.

Gebt ihr es, sagt allhier der Freigeist, zu: daß, wenn man nützliche und auf Zwecke abzielende Verfassungen aus den allgemeinsten und einfachsten Naturgesetzen herleiten kann, man keine besondere Regierung einer obersten Weisheit nötig habe, so sehet hier Beweise, die euch auf eurem eigenen Geständnisse ertappen werden. Die ganze Natur, vornehmlich die unorganisierte, ist voll von solchen Beweisen, die zu erkennen geben, daß die sich selbst durch die Mechanik ihrer Kräfte bestimmende Materie eine gewisse Richtigkeit in ihren Folgen habe und den Regeln der Wohlanständigkeit ungezwungen genug tue. Wenn ein Wohlgesinneter, die gute Sache der Religion zu retten, diese Fähigkeit der allgemeinen Naturgesetze bestreiten will, so wird er sich selbst in Verlegenheit setzen und dem Unglauben durch eine schlechte Verteidigung Anlaß zu triumphieren geben.

Allein laßt uns sehen, wie diese Gründe, die man in den Händen der Gegner als schädlich befürchtet, vielmehr kräftige Waffen sind, sie zu bestreiten. Die nach ihren allgemeinsten Gesetzen sich bestimmende Materie bringt durch ihr natürliches Betragen, oder wenn man es so nennen will, durch eine blinde Mechanik anständige Folgen hervor, die der Entwurf einer höchsten Weisheit zu sein scheinen. Luft, Wasser, Wärme erzeugen, wenn man sie sich selbst überlassen betrachtet, Winde und Wolken, Regen, Ströme, welche die Länder befeuchten, und alle die nützlichen Folgen,

ohne welche die Natur traurig, öde und unfruchtbar bleiben müßte. Sie bringen aber diese Folgen nicht durch ein bloßes Ungefähr oder durch einen Zufall, der ebenso leicht nachteilig hätte ausfallen können, hervor, sondern man siehet, daß sie durch ihre natürliche Gesetze eingeschränkt sind, auf keine andere, als diese Weise zu wirken. Was soll man von dieser Übereinstimmung denn gedenken? Wie wäre es wohl möglich, daß Dinge von verschiedenen Naturen in Verbindung miteinander so vortreffliche Übereinstimmungen und Schönheiten zu bewirken trachten sollten, sogar zu Zwecken solcher Dinge, die sich gewissermaßen außer dem Umfange der toten Materie befinden, nämlich zum Nutzen der Menschen und Tiere, wenn sie nicht einen gemeinschaftlichen Ursprung erkenneten, nämlich einen unendlichen Verstand, in welchem aller Dinge wesentliche Beschaffenheiten beziehend entworfen worden? Wenn ihre Naturen vor sich und unabhängig notwendig wären, was vor ein erstaunliches Ohngefähr, oder vielmehr was vor eine Unmöglichkeit würde es nicht sein, daß sie mit ihren natürlichen Bestrebungen sich gerade so zusammenpassen sollten, als eine überlegte kluge Wahl sie hätte vereinbaren können.

Nunmehro mache ich getrost die Anwendung auf mein gegenwärtiges Unterfangen. Ich nehme die Materie aller Welt in einer allgemeinen Zerstreuung an und mache aus derselben ein vollkommenes Chaos. Ich sehe nach den ausgemachten Gesetzen der Attraktion den Stoff sich bilden und durch die Zurückstoßung ihre Bewegung modifizieren. Ich genieße das Vergnügen, ohne Beihilfe willkürlicher Erdichtungen, unter der Veranlassung ausgemachter Bewegungsgesetze sich ein wohlgeordnetes Ganze erzeugen zu sehen, welches demjenigen Weltsystem so ähnlich siehet, das wir vor Augen haben, daß ich mich nicht entbrechen kann, es vor dasselbe zu halten. Diese unerwartete Auswickelung der Ordnung der Natur im Großen wird mir anfänglich verdächtig, da sie auf so schlechtem und einfachem a) Grunde eine so zusammen-

a) „schlechten und einfachen“ A. corr. Hartenstein.

gesetzte Richtigkeit gründet. Ich belehre mich endlich aus der vorher angezeigten Betrachtung: daß eine solche Auswickelung der Natur nicht etwas Unerhörtes an ihr ist, sondern daß ihre wesentliche Bestrebung solche notwendig mit sich bringet, und daß dieses das herrlichste Zeugnis ihrer Abhängigkeit von demjenigen Urwesen ist, welches sogar die Quelle der Wesen selber und ihrer ersten Wirkungsgesetze in sich hat. Diese Einsicht verdoppelt mein Zutrauen auf den Entwurf, den ich gemacht habe. Die Zuversicht vermehret sich bei jedem[a]) Schritte, den ich mit Fortgang weiter setze, und meine Kleinmütigkeit hört völlig auf.

Aber die Verteidigung deines Systems, wird man sagen, ist zugleich die Verteidigung der Meinungen des Epikurs, welche damit die größeste Ähnlichkeit haben. Ich will nicht völlig alle Übereinstimmung mit demselben ablehnen. Viele sind durch den Schein solcher Gründe zu Atheisten geworden, welche bei genauerer Erwägung sie von der Gewißheit des höchsten Wesens am kräftigsten hätten überzeugen können. Die Folgen, die ein verkehrter Verstand aus untadelhaften Grundsätzen zieht, sind öfters sehr tadelhaft, und so waren es auch die Schlüsse des Epikurs, ohnerachtet sein Entwurf der Scharfsinnigkeit eines großen Geistes gemäß war.

Ich werde es also nicht in Abrede sein, daß die Theorie des Lucrez oder dessen Vorgängers[b]), des Epikurs, Leucipps und Demokritus mit der meinigen viele Ähnlichkeit habe. Ich setze den ersten Zustand der Natur, so wie jene Weltweise, in der allgemeinen Zerstreuung des Urstoffs aller Weltkörper, oder der Atomen, wie sie bei jenen genannt werden. Epikur setzte eine Schwere, die diese elementarische Teilchen zum Sinken trieb, und dieses scheinet von der Newtonischen Anziehung, die ich annehme, nicht sehr verschieden zu sein; er gab ihnen auch eine gewisse Abweichung von der geradlinichten Bewegung des Falles, ob er gleich in Ansehung der Ursache

a) „jeden“ A. corr. Ausg. v. 1797.
b) „Vorgänger“ (Akad. Ausg.).

derselben und ihren Folgen ungereimte Einbildungen hatte; diese Abweichung kommt einigermaßen mit der Veränderung der geradlinichten Senkung, die wir aus der Zurückstoßungskraft der Teilchen herleiten, überein; endlich waren die Wirbel, die aus der verwirreten Bewegung der Atomen entstanden, ein Hauptstück in dem Lehrbegriffe des Leucipps und Demokritus, und man wird sie auch in dem unsrigen antreffen. So viel Verwandtschaft mit einer Lehrverfassung, die die wahre Theorie der Gottesleugnung im Altertum war, zieht indessen die meinige dennoch nicht in die Gemeinschaft ihrer Irrtümer. Auch in den allerunsinnigsten Meinungen, welche sich bei den Menschen haben Beifall erwerben können, wird man jederzeit etwas Wahres bemerken. Ein falscher Grundsatz oder ein paar unüberlegte Verbindungssätze leiten den Menschen von dem Fußsteige der Wahrheit durch unmerkliche Abwege bis in den Abgrund. Es bleibt ohnerachtet der angeführten Ähnlichkeit dennoch ein wesentlicher Unterschied zwischen der alten Kosmogonie und der gegenwärtigen, um aus dieser ganz entgegengesetzte Folgen ziehen zu können.

Die angeführten Lehrer der mechanischen Erzeugung des Weltbaues leiteten alle Ordnung, die sich an demselben wahrnehmen läßt, aus dem ungefähren Zufalle her, der die Atomen so glücklich zusammentreffen ließ, daß sie ein wohlgeordnetes Ganze ausmachten. Epikur war gar so unverschämt, daß er verlangte, die Atomen wichen von ihrer geraden Bewegung ohne alle Ursache ab, um einander begegnen zu können. Alle insgesamt trieben diese Ungereimtheit so weit, daß sie den Ursprung aller belebten Geschöpfe eben diesem blinden Zusammenlauf beimaßen und die Vernunft wirklich aus der Unvernunft herleiteten. In meiner Lehrverfassung hingegen finde ich die Materie an gewisse notwendige Gesetze gebunden. Ich sehe in ihrer gänzlichen Auflösung und Zerstreuung ein schönes und ordentliches Ganze sich ganz natürlich daraus entwickeln. Es geschiehet dieses nicht durch einen Zufall und von ungefähr, sondern man bemerket, daß natürliche Eigenschaften es notwendig also mit sich bringen. Wird man hiedurch nicht bewogen, zu

fragen: warum mußte denn die Materie gerade solche Gesetze haben, die auf Ordnung und Wohlanständigkeit abzwecken? War es wohl möglich, daß viele Dinge, deren jedes seine von dem andern unabhängige Natur hat, einander von selber gerade so bestimmen sollten, daß ein wohlgeordnetes Ganze daraus entspringe, und wenn sie dieses tun, gibt es nicht einen unleugbaren Beweis von der Gemeinschaft ihres ersten Ursprungs ab, der ein allgenugsamer höchster Verstand sein muß, in welchem die Naturen der Dinge zu vereinbarten Absichten entworfen worden?

Die Materie, die der Urstoff aller Dinge ist, ist also an gewisse Gesetze gebunden, welchen sie frei überlassen, notwendig schöne Verbindungen hervorbringen muß. Sie hat keine Freiheit, von diesem Plane der Vollkommenheit abzuweichen. Da sie also sich einer höchst weisen Absicht unterworfen befindet, so muß sie notwendig in solche übereinstimmende Verhältnisse durch eine über sie herrschende erste Ursache versetzt worden sein, und es ist ein Gott eben deswegen, weil die Natur auch selbst im Chaos nicht anders als regelmäßig und ordentlich verfahren kann.

Ich habe so viel gute Meinung von der redlichen Gesinnung dererjenigen, die diesem Entwurfe die Ehre tun, ihn zu prüfen, daß ich mich versichert halte, die angeführte Gründe werden, wo sie noch nicht alle Besorgnis schädlicher Folgen von meinem System aufheben können, dennoch wenigstens die Lauterkeit meiner Absicht außer Zweifel setzen. Wenn es demungeachtet boshafte Eiferer gibt, die es vor eine würdige Pflicht ihres heiligen Berufs halten, den unschuldigsten Meinungen schädliche Auslegungen anzuheften, so bin ich versichert, daß ihr Urteil bei Vernünftigen gerade die entgegengesetzte Wirkung ihrer Absicht hat. Man wird mich übrigens des Rechts nicht berauben, das Cartesius, als er die Bildung der Weltkörper aus bloß mechanischen Gesetzen zu erklären wagte, bei billigen Richtern jederzeit genossen hat. Ich will deswegen die Verfasser der allgemeinen Welthistorie*) anführen: „Indessen können wir nicht

*) I. Teil § 88.

anders, als glauben: daß der Versuch dieses Weltweisen, der sich bemühet, die Bildung der Welt in gewisser Zeit aus wüster Materie durch die bloße Fortsetzung einer einmal eingedrückten Bewegung zu erklären, und solches auf einige wenige leichte und allgemeine Bewegungsgesetze gebracht, so wenig, als anderer, die seitdem mit mehrerem Beifall eben das versucht haben aus den ursprünglichen und anerschaffenen Eigenschaften der Materie zu tun, strafbar oder Gott verkleinerlich sei, wie sich manche eingebildet haben, indem dadurch vielmehr ein höherer Begriff seiner unendlichen Weisheit verursacht wird."

Ich habe die Schwierigkeiten, die von seiten der Religion meine Sätze zu bedrohen schienen, hinwegzuräumen gesucht. Es gibt einige nicht geringere in Ansehung der Sache selber. Wenn es gleich wahr ist, wird man sagen, daß Gott in die Kräfte der Natur eine geheime Kunst gelegt hat, sich aus dem Chaos von selber zu einer vollkommenen Weltverfassung auszubilden, wird der Verstand des Menschen, der bei den gemeinsten Gegenständen so blöd ist, in so großem Vorwurfe die verborgene Eigenschaften zu erforschen vermögend sein? Ein solches Unterfangen heißt ebensoviel, als wenn man sagte: Gebt mir nur Materie, ich will euch eine Welt daraus bauen. Kann dich die Schwäche deiner Einsichten, die an den geringsten Dingen, welche deinen Sinnen täglich und in der Nähe vorkommen, zu schanden wird, nicht lehren: daß es vergeblich sei, das Unermeßliche und das, was in der Natur vorging, ehe noch eine Welt war, zu entdecken? Ich vernichte diese Schwierigkeit, indem ich[a]) deutlich zeige, daß eben diese Untersuchung unter allen, die in der Naturlehre aufgeworfen werden können, diejenige sei, in welcher man am leichtesten und sichersten bis zum Ursprunge gelangen kann. Ebenso wie unter allen Aufgaben der Naturforschung keine mit mehr Richtigkeit und Gewißheit aufgelöset worden, als die wahre Verfassung des Weltbaues im Großen, die Gesetze der Bewegungen und das innere

a) Fehlt A. corr. Ausg. 1797.

Triebwerk der Umläufe aller Planeten; als worin die Newtonische Weltweisheit solche Einsichten gewähren kann, dergleichen man sonst in keinem Teile der Weltweisheit antrifft; eben also, behaupte ich, sei unter allen Naturdingen, deren erste Ursache man nachforschet, der Ursprung des Weltsystems und die Erzeugung der Himmelskörper, samt den Ursachen ihrer Bewegungen, dasjenige, was man am ersten gründlich und zuverlässig einzusehen hoffen darf. Die Ursache hievon ist leicht zu ersehen. Die Himmelskörper sind runde Massen, also von der einfachsten Bildung, die ein Körper, dessen Ursprung man sucht, nur immer haben kann. Ihre Bewegungen sind gleichfalls unvermischt. Sie sind nichts als eine freie Fortsetzung eines einmal eingedrückten Schwunges, welcher, mit der Attraktion des Körpers im Mittelpunkte verbunden, kreisförmicht wird. Überdem ist der Raum, darin sie sich bewegen, leer, die Zwischenweiten, die sie voneinander absondern, ganz ungemein groß, und also alles sowohl zur unverwirrten Bewegung, als auch deutlichen Bemerkung derselben auf das deutlichste auseinandergesetzt. Mich dünkt, man könne hier in gewissem Verstande ohne Vermessenheit sagen: Gebet mir Materie, ich will eine Welt daraus bauen! das ist: gebet mir Materie, ich will euch zeigen, wie eine Welt daraus entstehen soll. Denn wenn Materie vorhanden ist, welche mit einer wesentlichen Attraktionskraft begabt ist, so ist es nicht schwer, diejenigen Ursachen zu bestimmen, die zu der Einrichtung des Weltsystems, im Großen betrachtet, haben beitragen können. Man weiß, was dazu gehöret, daß ein Körper eine kugelrunde Figur erlange; man begreift, was erfordert wird, daß freischwebende Kugeln eine kreisförmige Bewegung um den Mittelpunkt anstellen, gegen den sie gezogen werden. Die Stellung der Kreise gegeneinander, die Übereinstimmung der Richtung, die Exzentrizität, alles kann auf die einfachsten mechanischen Ursachen gebracht werden, und man darf mit Zuversicht hoffen, sie zu entdecken, weil sie auf die leichtesten und deutlichsten Gründe gesetzt werden können. Kann man aber wohl von den geringsten Pflanzen oder Insekt sich solcher Vorteile rühmen?

Ist man imstande, zu sagen: Gebt mir Materie, ich will euch zeigen, wie eine Raupe erzeuget werden könne? Bleibt man hier nicht bei dem ersten Schritte, aus Unwissenheit der wahren innern Beschaffenheit des Objekts und der Verwickelung der in demselben vorhandenen Mannichfaltigkeit, stecken? Man darf es sich also nicht befremden lassen, wenn ich mich unterstehe, zu sagen: daß eher die Bildung aller Himmelskörper, die Ursach ihrer Bewegungen, kurz, der Ursprung der ganzen gegenwärtigen Verfassung des Weltbaues werde können eingesehen werden, ehe die Erzeugung eines einzigen Krauts oder einer Raupe aus mechanischen Gründen deutlich und vollständig kund werden wird.

Dieses sind die Ursachen, worauf ich meine Zuversicht gründe, daß der physische Teil der Weltwissenchaft künftighin noch wohl eben die Vollkommenheit zu hoffen habe, zu der Newton die mathematische Hälfte derselben erhoben hat. Es sind nächst den Gesetzen, nach welchen der Weltbau in der Verfassung, darin er ist, bestehet, vielleicht keine anderen in der ganzen Naturforschung solcher mathematischen Bestimmungen fähig, als diejenigen, nach welchen er entstanden ist, und ohne Zweifel würde die Hand eines versuchten Meßkünstlers hier nicht unfruchtbare Felder bearbeiten.

Nachdem ich den Vorwurf meiner Betrachtung einer günstigen Aufnahme zu empfehlen mir habe angelegen sein lassen, so wird man mir erlauben, mich wegen der Art, nach der ich ihn abgehandelt habe, kürzlich zu erklären. Der erste Teil gehet mit einem neuen System des Weltgebäudes im Großen um. Herr Wright von Durham, dessen Abhandlung ich aus den Hamburgischen freien Urteilen vom Jahre 1751 habe kennen lernen, hat mir zuerst Anlaß gegeben, die Fixsterne nicht als ein ohne sichtbare Ordnung zerstreutes Gewimmel, sondern als ein System anzusehen, welches mit einem planetischen die größte Ähnlichkeit hat, so daß, gleichwie in diesem die Planeten sich einer gemeinschaftlichen Fläche sehr nahe befinden, also auch die Fixsterne sich in ihren Lagen auf eine gewisse Fläche, die durch den ganzen Himmel muß gezogen

gedacht werden, so nahe als möglich beziehen und durch ihre dichteste Häufung zu derselben denjenigen lichten Streif darstellen, welcher die Milchstraße genannt wird. Ich habe mich vergewissert, daß, weil diese von unzähligen Sonnen erleuchtete Zone sehr genau die Richtung eines größten Zirkels hat, unsere Sonne sich dieser großen Beziehungsfläche gleichfalls sehr nahe befinden müsse. Indem ich den Ursachen dieser Bestimmung nachgegangen bin, habe ich sehr wahrscheinlich zu sein befunden, daß die sogenannten Fixsterne oder feste Sterne wohl eigentlich langsam bewegte Wandelsterne einer höhern Ordnung sein könnten. Zur Bestätigung dessen, was man an seinem Orte von diesem Gedanken antreffen wird, will ich allhier nur eine Stelle aus einer Schrift des Herrn Bradley von der Bewegung der Fixsterne anführen: „Wenn man aus dem Erfolg der Vergleichung unserer besten jetzigen Beobachtungen mit denen, welche vor diesem mit einem erträglichen Grade der Richtigkeit angestellet worden, ein Urteil fällen will, so erhellet: daß einige Fixsterne wirklich ihren Stand gegeneinander verändert haben, und zwar so, daß man siehet, daß dieses nicht irgend von einer Bewegung in unserm Planetengebäude herrühret, sondern daß es bloß einer Bewegung der Sterne selber zugeschrieben werden kann. Der *Arktur* gibt einen starken Beweis hievon an die Hand. Denn wenn man desselben gegenwärtige Deklination mit seinem Orte, wie derselbe sowohl von Tycho als auch von Flammsteed ist bestimmt worden, vergleicht, so wird man finden: daß der Unterschied größer ist, als man ihn von der Ungewißheit ihrer Beobachtungen herzurühren vermuten kann. Man hat Ursache, zu vermuten, daß auch andere Exempel von gleicher Beschaffenheit unter der großen Anzahl der sichtbaren Sterne vorkommen müssen, weil ihre Lagen gegeneinander durch mancherlei Ursachen können verändert werden. Denn wenn man sich vorstellt, daß unser eigenes Sonnengebäude seinen Ort in Ansehung des Weltraums verändert, so wird dieses nach Verlauf einiger Zeit eine scheinbare Veränderung der Winkelentfernungen der Fixsterne verursachen. Und weil dieses in solchem Falle in die Örter der nächsten

Sterne einen größeren Einfluß haben würde, als in die Örter dererjenigen, welche weit entfernet sind, so würden ihre Lagen sich zu verändern scheinen, obgleich die Sterne selbst wirklich unbeweglich blieben. Und wenn im Gegenteil unser eigen Planetengebäude stille steht und einige Sterne wirklich eine Bewegung haben, so wird dieses gleichfalls ihre scheinbare Lage verändern, und zwar um desto mehr, je näher sie bei uns sind, oder je mehr die Richtung der Bewegung so beschaffen ist, daß sie von uns kann wahrgenommen werden. Da nun also die Lagen der Sterne von so mancherlei Ursachen können verändert werden, indem man die erstaunlichen Entfernungen, in welchen ganz gewiß einige gelegen sind, betrachtet, so werden wohl die Beobachtungen vieler Menschenalter nötig sein, die Gesetze der scheinbaren Veränderungen, auch eines einzigen Sternes, zu bestimmen. Viel schwerer muß es also noch sein, die Gesetze für alle die merkwürdigsten Sterne festzusetzen."

Ich kann die Grenzen nicht genau bestimmen, die zwischen dem System des Herrn Wright und dem meinigen anzutreffen sein, und in welchen Stücken ich seinen Entwurf bloß nachgeahmet oder weiter ausgeführt habe. Indessen boten sich mir nach der Hand annehmungswürdige Gründe dar, es auf der einen Seite beträchtlich zu erweitern. Ich betrachtete die Art neblichter Sterne, deren Herr von Maupertuis in der Abhandlung von der Figur der Gestirne[1]) ge-

[1]) Weil ich den angeführten Traktat nicht bei der Hand habe, so will ich das dazu Gehörige aus der Anführung der *Ouvrages diverses de Msr. de Maupertuis* in den *Actis Erud.* 1745 hier einrücken. Das erste Phänomenon sind diejenige lichte Stellen am Himmel, welche neblichte Sterne genannt und vor einen Haufen kleiner Fixsterne gehalten werden. Allein die Astronomen haben durch vortreffliche Ferngläser sie nur als große länglichtrunde Plätzchen, die etwas lichter als der übrige Teil des Himmels wären, befunden. Hugen hat dergleichen etwas zuerst im Orion angetroffen; Halley gedenket in dem *Anglical. Trans.* sechs solcher Plätzchen: 1. im Schwert des Orions, 2. im Schützen, 3. im Centaurus, 4. vor dem rechten Fuße des Antinous,

denket, und die die Figur von mehr oder weniger offenen Ellipsen vorstellen, und versicherte mich leicht, daß sie nichts anderes, als eine Häufung vieler Fixsterne

---

5. im Hercules, 6. im Gürtel der Andromeda. Wenn diese durch ein reflektierendes Seherohr von 8 Fuß betrachtet werden, so siehet man, daß nur der vierte Teil derselben vor einen Haufen Sterne könne gehalten werden; die übrigen haben nur weißlichte Plätzchen vorgestellt, ohne erheblichen Unterschied, außer daß eines mehr der Zirkelrundung beikommt, ein anderes aber länglichter ist. Es scheinet auch, daß bei dem ersten die durch das Sehrohr sichtbaren kleinen Sternchen seinen weißlichten Schimmer nicht verursachen können. Halley glaubt: daß man aus diesen Erscheinungen dasjenige erklären könne, was man im Anfang der Mosaischen Schöpfungsgeschichte antrifft, nämlich daß das Licht eher als die Sonne erschaffen sei. Derham vergleicht sie Öffnungen, dadurch eine andere unermeßliche Gegend, und vielleicht der Feuerhimmel durchscheine. Er meinet, er habe bemerken können, daß die Sterne, die neben diesen Plätzchen gesehen werden, uns viel näher wären, als diese lichte Stellen. Diesen fügt der Verfasser ein Verzeichnis der neblichten Sterne aus dem Hevelius bei. Er hält diese Erscheinungen vor große, lichte Massen, die durch eine gewaltige Umwälzung abgeplattet worden wären. Die Materie, daraus sie bestehen, wenn sie eine gleichleuchtende Kraft mit den übrigen Sternen hätte, würde von ungeheurer Größe sein müssen, damit sie, aus einem viel größeren Abstande, als der Sterne ihrer ist, gesehen, dennoch dem Fernglase unter merklicher Gestalt und Größe erscheinen können. Wenn sie aber an Größe den übrigen Fixsternen ohngefähr gleich kämen, müßten sie uns nicht allein ungleich viel näher sein, sondern zugleich ein viel schwächeres Licht haben; weil sie bei solcher Nähe und scheinbarer Größe doch einen so blassen Schimmer an sich zeigen. Es würde also der Mühe verlohnen, ihre Parallaxe, wofern sie eine haben, zu entdecken. Denn diejenigen, welche sie ihnen absprechen, schließen vielleicht von einigen auf alle. Die Sternchen, die man mitten auf diesen Plätzchen antrifft, wie in dem Orion (oder noch schöner in dem vor dem rechten Fuße des Antinous, welcher nicht anders aussiehet, als ein Fixstern, der mit einem Nebel umgeben ist), würden, wofern sie uns näher wären, entweder nach Art der Projektion auf denselben gesehen, oder schienen durch jene Massen, gleich als durch die Schweife der Kometen, durch.

sein können. Die jederzeit abgemessene Rundung dieser Figuren belehrte mich, daß hier ein unbegreiflich zahlreiches Sternenheer, und zwar um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt müßte geordnet sein, weil sonst ihre freie Stellungen gegeneinander wohl irreguläre Gestalten, aber nicht abgemessene Figuren vorstellen würden. Ich sahe auch ein, daß sie in dem System, darin sie sich vereinigt befinden, vornehmlich auf eine Fläche beschränkt sein müßten, weil sie nicht zirkelrunde, sondern elliptische Figuren abbilden, und daß sie wegen ihres blassen Lichts unbegreiflich weit von uns abstehen. Was ich aus diesen Analogien geschlossen habe, wird die Abhandlung selber der Untersuchung des vorurteilsfreien Lesers darlegen.

In dem zweiten Teile, der den eigentlichsten Vorwurf dieser Abhandlung in sich enthält, suche ich die Verfassung des Weltbaues aus dem einfachsten Zustande der Natur bloß durch mechanische Gesetze zu entwickeln. Wenn ich mich unterstehen darf, denenjenigen, die sich über die Kühnheit dieses Unternehmens entrüsten, bei der Prüfung, womit sie meine Gedanken beehren, eine gewisse Ordnung vorzuschlagen, so wollte ich bitten, das achte Hauptstück zuerst durchzulesen, welches, wie ich hoffe, ihre Beurteilung zu einer richtigen Einsicht vorbereiten kann. Wenn ich indessen den geneigten Leser zur Prüfung meiner Meinungen einlade, so besorge ich mit Recht, daß, da Hypothesen von dieser Art gemeiniglich nicht in viel besserem Ansehen, als philosophische Träume stehen, es eine saure Gefälligkeit vor einen Leser ist, sich zu einer sorgfältigen Untersuchung von selbst erdachten Geschichten der Natur zu entschließen und dem Verfasser durch alle die Wendungen, dadurch er den Schwierigkeiten, die ihm aufstoßen, ausweichet, geduldig zu folgen, um vielleicht am Ende, wie die Zuschauer des londonschen Marktschreiers,*) seine eigene Leichtgläubigkeit zu belachen. Indessen getraue ich mir zu versprechen: daß, wenn der Leser durch das vorgeschlagene Vorbereitungs-Hauptstück hoffentlich wird überredet worden sein, auf so wahrscheinliche

*) Siehe Gellerts Fabel: Hans Nord.

Vermutungen doch ein solches physisches Abenteuer zu wagen, er auf dem Fortgange des Weges nicht soviel krumme Abwege und unwegsame Hindernisse, als er vielleicht anfänglich besorgt, antreffen werde.

Ich habe mich in der Tat mit größester Behutsamkeit aller willkürlichen Erdichtungen entschlagen. Ich habe, nachdem ich die Welt in das einfachste Chaos versetzt, keine andere Kräfte als die Anziehungs- und Zurückstoßungskraft, zur Entwickelung der großen Ordnung der Natur angewandt, zwei Kräfte, welche beide gleich gewiß, gleich einfach und zugleich gleich ursprünglich und allgemein sind. Beide sind aus der Newtonischen Weltweisheit entlehnet. Die erstere ist ein nunmehro außer Zweifel gesetztes Naturgesetz. Die zweite, welcher vielleicht die Naturwissenschaft des Newton nicht so viel Deutlichkeit als der ersteren[a]) gewähren kann, nehme ich hier nur in demjenigen Verstande an, da sie niemand in Abrede ist, nämlich bei der feinsten Auflösung der Materie, wie z. E. bei den Dünsten. Aus diesen so einfachen Gründen habe ich auf eine ungekünstelte Art, ohne andere Folgen zu ersinnen, als diejenigen, worauf die Aufmerksamkeit des Lesers ganz von selber verfallen muß, das folgende System hergeleitet.

Man erlaube mir schließlich wegen der Gültigkeit und des angeblichen Wertes derjenigen Sätze, die in der folgenden Theorie vorkommen werden und wornach ich sie vor billigen Richtern geprüft zu werden wünsche, eine kurze Erklärung zu tun. Man beurteilt billig den Verfasser nach demjenigen Stempel, den er auf seine Ware drückt; daher hoffe ich, man werde in den verschiedenen Teilen dieser Abhandlung keine strengere Verantwortung meiner Meinungen fodern, als nach Maßgebung des Werts, den ich von ihnen selber ausgebe. Überhaupt kann die größte geometrische Schärfe und mathematische Unfehlbarkeit niemals von einer Abhandlung dieser Art verlangt werden. Wenn das System auf Analogien und Übereinstimmungen nach den Regeln der Glaubwürdigkeit und einer richtigen Denkungsart gegründet ist,

a) „als die erstere“ A. corr. Akad. Ausg.

so hat es allen Foderungen seines Objekts genug getan. Diesen Grad der Tüchtigkeit meine ich in einigen Stücken dieser Abhandlung, als in der Theorie der Fixsternensystemen, in der Hypothese von der Beschaffenheit der neblichten Sterne, in dem allgemeinen Entwurfe von der mechanischen Erzeugungsart des Weltbaues, in der Theorie von dem Saturnusringe und einigen andern erreicht zu haben. Etwas minder Überzeugung werden einige besondere Teile der Ausführung gewähren, wie z. E. die Bestimmung der Verhältnisse der Exzentrizität, die Vergleichung der Massen der Planeten, die mancherlei Abweichungen der Kometen, und einige andere.

Wenn ich daher in dem siebenten Hauptstück, durch die Fruchtbarkeit des Systems und die Annehmlichkeit des größten und wunderwürdigsten Gegenstandes, den man sich nur denken kann, angelocket, zwar stets an dem Leitfaden der Analogie und einer vernünftigen Glaubwürdigkeit, doch mit einiger Kühnheit die Folgen des Lehrgebäudes so weit als möglich fortsetze; wenn ich das Unendliche der ganzen Schöpfung, die Bildung neuer Welten und den Untergang der alten, den unbeschränkten Raum des Chaos der Einbildungskraft darstelle, so hoffe ich, man werde der reizenden Annehmlichkeit des Objekts und dem Vergnügen, welches man hat, die Übereinstimmungen einer Theorie in ihrer größesten Ausdehnung zu sehen, so viel Nachsicht vergönnen, sie nicht nach der größten geometrischen Strenge, die ohnedem bei dieser Art der Betrachtungen nicht statthat, zu beurteilen. Eben dieser Billigkeit versehe ich mich in Ansehung des dritten Teiles. Man wird indessen allemal etwas mehr wie bloß Willkürliches, obgleich jederzeit etwas weniger als Ungezweifeltes, in selbigen antreffen.

Inhalt

des ganzen Werkes.

Erster Teil. Seite 39.

Abriß einer allgemeinen systematischen Verfassung unter den Fixsternen aus den Phänomenis der Milchstraße hergeleitet. Ähnlichkeit dieses Fixsternensystems mit dem Systeme der Planeten. Entdeckung vieler solcher Systeme, die sich in der Weite des Himmels in Gestalt elliptischer Figuren zeigen. Neuer Begriff von der systematischen Verfassung der ganzen Schöpfung.

Beschluß. Wahrscheinliche Vermutung mehrerer Planeten über dem Saturn aus dem Gesetze, nach welchem die Exzentrizität der Planeten mit den Entfernungen zunimmt.

Zweiter Teil.

Erstes Hauptstück. Seite 55.

Gründe vor die Lehrverfassung eines mechanischen Ursprungs der Welt. Gegengründe. Einziger Begriff unter allen möglichen, beiden genug zu tun. Erster Zustand der Natur. Zerstreuung der Elemente aller Materie durch den ganzen Weltraum. Erste Regung durch die Anziehung. Anfang der Bildung eines Körpers in dem Punkte der stärksten Attraktion. Allgemeine Senkung der Elemente gegen diesen Zentralkörper. Zurückstoßungskraft der feinsten Teile, darin die Materie aufgelöset

worden. Veränderte Richtung der sinkenden Bewegung durch die Verbindung dieser Kraft mit der erstern. Einförmige Richtung aller dieser Bewegungen nach ebenderselben Gegend. Bestrebung aller Partikeln, sich zu einer gemeinschaftlichen Fläche zu dringen und daselbst zu häufen. Mäßigung der Geschwindigkeit ihrer Bewegung zu einem Gleichgewichte mit der Schwere des Abstandes ihres Orts. Freier Umlauf aller Teilchen um den Zentralkörper in Zirkelkreisen. Bildung der Planeten aus diesen bewegten Elementen. Freie Bewegung der daraus zusammengesetzten Planeten in gleicher Richtung im gemeinschaftlichen Plane, nahe beim Mittelpunkte beinahe in Zirkelkreisen und weiter von demselben mit zunehmenden Graden der Exzentrizität.

Zweites Hauptstück. Seite 68.

Handelt von der verschiedenen Dichtigkeit der Planeten und dem Verhältnisse ihrer Massen. Ursache, woher die nahen Planeten dichterer Art sind, als die entferneten. Uuzulänglichkeit der Erklärung des Newton. Woher der Zentralkörper leichterer Art ist, als die nächst um ihn laufende Kugeln. Verhältnis der Massen der Planeten, nach der Proportion der Entfernungen. Ursache aus der Art der Erzeugung, woher der Zentralkörper die größte Masse hat. Ausrechnung der Dünnigkeit, in welcher alle Elemente der Weltmaterie zerstreuet gewesen. Wahrscheinlichkeit und Notwendigkeit dieser Verdünnung. Wichtiger Beweis der Art der Erzeugung der Himmelskörper aus einer merkwürdigen Analogie des Herrn de Buffon.

Drittes Hauptstück. Seite 78.

Von der Exzentrizität der Planetenkreise und dem Ursprunge der Kometen. Die Exzentrizität nimmt gradweise mit den Entfernungen von der Sonne zu. Ursache dieses Gesetzes aus der Kosmogonie. Woher die Kometenkreise von dem Plane der Ekliptik frei ausschweifen. Beweis, daß die Kometen aus der leichtesten Gattung des Stoffes gebildet sein. Beiläufige Anmerkung von dem Nordscheine.

Viertes Hauptstück. Seite 85.

Von dem Ursprunge der Monde und den Bewegungen der Planeten um die Achse. Der Stoff zu Erzeugung der Monde war in der Sphäre, daraus der Planet die Teile zu seiner eigenen Bildung sammlete, enthalten. Ursache der Bewegung dieser Monde mit allen Bestimmungen. Woher nur die großen Planeten Monde haben. Von der Achsendrehung der Planeten. Ob der Mond ehedem eine schnellere gehabt habe? Ob die Geschwindigkeit der Umwälzung der Erde sich vermindere? Von der Stellung der Achse der Planeten gegen den Plan ihrer Kreise. Verrückung ihrer Achse.

Fünftes Hauptstück. Seite 94.

Von dem Ursprunge des Saturnusringes und der Berechnung seiner täglichen Umdrehung aus den Verhältnissen desselben. Erster Zustand des Saturns mit der Beschaffenheit eines Kometen verglichen. Bildung eines Ringes aus den Teilchen seiner Atmosphäre vermittelst der von seinem Umschwunge eingedrückten Bewegungen. Bestimmung der Zeit seiner Achsendrehung nach dieser Hypothese. Betrachtung der Figur des Saturns. Von der sphäroidischen Abplattung der Himmelskörper überhaupt. Nähere Bestimmung der Beschaffenheit dieses Ringes. Wahrscheinliche Vermutung neuer Entdeckungen. Ob die Erde vor der Sündflut nicht einen[a]) Ring gehabt habe?

Sechstes Hauptstück. Seite 112.

Von dem Zodiakallichte.

Siebentes Hauptstück. Seite 114.

Von der Schöpfung im ganzen Umfange ihrer Unendlichkeit, sowohl dem Raume, als der Zeit nach. Ursprung eines großen Systems der Fixsterne. Zentralkörper im Mittelpunkte des Sternensystems. Unendlichkeit der Schöpfung. Allgemeine systematische Beziehung in ihrem ganzen Inbegriffe. Zentralkörper der ganzen Natur. Successive Fortsetzung der Schöpfung in aller Unendlichkeit der Zeiten und Räume, durch unauf-

a) „einem“ A.

hörliche Bildung neuer Welten. Betrachtung über das Chaos der ungebildeten Natur. Allmählicher Verfall und Untergang des Weltbaues. Wohlanständigkeit eines solchen Begriffes. Wiedererneuerung der verfallenen Natur.

Zugabe zum siebenten Hauptstück. Seite 134.

Allgemeine Theorie und Geschichte der Sonne überhaupt. Woher der Zentralkörper eines Weltbaues ein feuriger Körper ist. Nähere Betrachtung seiner Natur. Gedanken von den Veränderungen der ihn umgebenden Luft. Erlöschung der Sonnen. Naher Anblick ihrer Gestalt. Meinung des Herrn Wright von dem Mittelpunkte der ganzen Natur. Verbesserung derselben.

Achtes Hauptstück. Seite 144.

Allgemeiner Beweis von der Richtigkeit einer mechanischen Lehrverfassung der Einrichtung des Weltbaues überhaupt, insonderheit von der Gewißheit der gegenwärtigen. Die wesentliche Fähigkeit der Naturen der Dinge, sich von selber zur Ordnung und Vollkommenheit zu erheben, ist der schönste Beweis des Daseins Gottes. Verteidigung gegen den Vorwurf des Naturalismus.

Die Verfassung des Weltbaues ist einfach und nicht über die Kräfte der Natur gesetzt. Analogien, die den mechanischen Ursprung der Welt mit Gewißheit bewähren. Ebendasselbe aus den Abweichungen bewiesen. Die Anführung einer unmittelbaren göttlichen Anordnung tut diesen Fragen kein Gnüge. Schwierigkeit, die den Newton bewog, den mechanischen Lehrbegriff aufzugeben. Auflösung dieser Schwierigkeit. Das vorgetragene System ist das einzige Mittel unter allen möglichen, beiderseitigen Gründen ein Gnüge zu leisten. Wird ferner durch das Verhältnis der Dichtigkeit der Planeten, ihrer Massen, der Zwischenräume ihres Abstandes und den[a]) stufenartigen Zusammenhang ihrer Bestimmungen erwiesen. Die Bewegungsgründe der Wahl Gottes bestimmen diese Umstände nicht unmittelbar. Rechtfertigung in Ansehung der Religion. Schwierigkeiten, die sich bei einer Lehrverfassung von der unmittelbaren göttlichen Anordnung hervortun.

---

a) „dem — Zusammenhange“ A. corr. Hartenstein.

Dritter Teil. Seite 165.

Enthält eine Vergleichung zwischen den Einwohnern der Gestirne.

Ob alle Planeten bewohnt sein? Ursache, daran zu zweifeln. Grund der physischen Verhältnisse zwischen den Bewohnern verschiedener Planeten. Betrachtung des Menschen. Ursachen der Unvollkommenheit seiner Natur. Natürliches Verhältnis der körperlichen Eigenschaften der belebten Kreaturen nach ihrem verschiedenen Abstande von der Sonne. Folgen dieser Verhältnisse auf ihre geistige Fähigkeiten. Vergleichung der denkenden Naturen auf verschiedenen Himmelskörpern. Bestätigung aus gewissen Umständen ihrer Wohnplätze. Fernerer Beweis aus den Anstalten der göttlichen Vorsehung, die zu ihrem Besten gemacht sind. Kurze Ausschweifung.

Beschluß. Seite 185.

Die Begebenheiten des Menschen in dem künftigen Leben.

Allgemeine

Naturgeschichte und Theorie des Himmels

Erster Teil

Abriß einer systematischen Verfassung unter den Fixsternen

imgleichen

von der Vielheit solcher Fixsternsystemen

Seht jene große Wunderkette, die alle Teile dieser Welt
Vereinet und zusammenzieht und die das große Ganz' erhält.

Pope.

Kurzer Abriß der nötigsten Grundbegriffe

der

Newtonischen Weltwissenschaft,*)

die zu dem Verstande des Nachfolgenden erfordert werden.

Sechs Planeten, davon drei Begleiter haben, Merkur, Venus, die Erde mit ihrem Monde, Mars, Jupiter mit vier, und Saturn mit fünf Trabanten, die um die Sonne als den Mittelpunkt Kreise beschreiben, nebst den Kometen, die es von allen Seiten her und in sehr langen Kreisen tun, machen ein System aus, welches man das System der Sonnen oder auch den planetischen Weltbau nennt. Die Bewegung aller dieser Körper, weil sie kreisförmig und in sich selbst zurückkehrend ist, setzet zwei Kräfte voraus, welche bei einer jeglichen Art des Lehrbegriffs gleich notwendig sind, nämlich eine schießende Kraft, dadurch sie in jedem Punkte ihres krummlinichten Laufes die gerade Richtung fortsetzen und sich ins Unendliche entfernen würden, wenn nicht eine andere Kraft, welche es auch immer sein mag, sie beständig nötigte, diese zu verlassen und in einem krummen Gleise zu laufen, der die Sonne als Mittelpunkt umfasset. Diese zweite Kraft, wie die Geometrie selber es ungezweifelt ausmacht,

*) Diese kurze Einleitung, welche vielleicht in Ansehung der meisten Leser überflüssig sein möchte, habe ich denen, die etwa der Newtonischen Grundsätze nicht genugsam kundig sein, zur Vorbereitung der Einsicht in die folgende Theorie vorher erteilen wollen.

zielt allenthalben zu der Sonne hin und wird daher die sinkende, die Zentripetalkraft, oder auch die Gravität genennet.

Wenn die Kreise der Himmelskörper genaue Zirkel wären, so würde die allereinfachste Zergliederung der Zusammensetzung krummlinichter Bewegungen zeigen, daß ein anhaltender Trieb gegen den Mittelpunkt dazu erfordert werde; allein obgleich sie in allen Planeten sowohl, als Kometen Ellipsen sind, in deren gemeinschaftlichem Brennpunkte sich die Sonne befindet, so tut doch die höhere Geometrie mit Hülfe der Keplerschen Analogie (nach welcher der *radius vector* oder die von dem Planeten zur Sonne gezogene Linie, stets solche Räume von der elliptischen Bahn abschneidet, die den Zeiten proportioniert sein) gleichfalls mit untrüglicher Gewißheit dar, daß eine Kraft den Planet in dem ganzen Kreislaufe gegen den Mittelpunkt der Sonne unablässig treiben müßte. Diese Senkungskraft, die durch den ganzen Raum des Planetensystems herrschet und zu der Sonne hinzielet, ist also ein ausgemachtes Phänomenon der Natur, und ebenso zuverlässig ist auch das Gesetze erwiesen, nach welchem sich diese Kraft von dem Mittelpunkte in die ferne Weiten erstrecket. Sie nimmt immer umgekehrt ab, wie die Quadrate der Entfernungen von demselben zunehmen. Diese Regel fließt auf eine ebenso untrügliche Art aus der Zeit, die die Planeten in verschiedenen Entfernungen zu ihren Umläufen gebrauchen. Diese Zeiten sind immer, wie die Quadratwurzel aus den Cubis ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne, woraus hergeleitet wird: daß die Kraft, die diese Himmelskörper zu dem Mittelpunkte ihrer Umwälzung treibt, im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate des Abstandes abnehmen müsse.

Ebendasselbe Gesetz, was unter den Planeten herrscht, insofern sie um die Sonne laufen, findet sich auch bei den kleinen Systemen, nämlich denen, die die um ihre Hauptplaneten bewegte Monden ausmachen. Ihre Umlaufszeiten sind ebenso gegen die Entfernungen proportioniert und setzen eben dasselbe Verhältnis der Senkungskraft gegen den Planeten fest, als dasjenige ist, dem dieser zu der Sonne hin unter-

worfen ist. Alles dieses ist aus der untrüglichsten Geometrie, vermittelst unstrittiger Beobachtungen, auf immer außer Widerspruch gesetzt. Hiezu kommt noch die Idee, daß diese Senkungskraft ebenderselbe Antrieb sei, der auf der Oberfläche des Planeten die Schwere genannt wird, und der von diesem sich stufenweise nach dem angeführten Gesetze mit den Entfernungen vermindert. Dieses ersiehet man aus der Vergleichung der Quantität der Schwere auf der Oberfläche der Erde mit der Kraft, die den Mond zum Mittelpunkte seines Kreises hintreibt, welche gegeneinander ebenso wie die Attraktion in dem ganzen Weltgebäude, nämlich im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernungen ist. Dies ist die Ursache, warum man oftgemeldete Zentralkraft auch die Gravität nennet.

Weil es überdem auch im höchsten Grade wahrscheinlich ist, daß, wenn eine Wirkung nur in Gegenwart und nach Proportion der Annäherung zu einem gewissen Körper geschiehet, die Richtung derselben auch aufs genaueste auf diesen Körper beziehend ist, zu glauben sei, dieser Körper sei auf was vor Art es auch wolle, die Ursache derselben: so hat man um deswillen Grund genug zu haben vermeinet, diese allgemeine Senkung der Planeten gegen die Sonne einer Anziehungskraft der letztern zuzuschreiben und dieses Vermögen der Anziehung allen Himmelskörpern überhaupt beizulegen.

Wenn ein Körper also diesem Antriebe, der ihn zum Sinken gegen die Sonne oder irgend einen Planeten treibt, frei überlassen wird, so wird er in stets beschleunigter Bewegung zu ihm niederfallen und in kurzem sich mit desselben Masse vereinigen. Wenn er aber einen Stoß nach der Seite hin bekommen hat, so wird er, wenn dieser nicht so kräftig ist, dem Drucke des Sinkens genau das Gleichgewicht zu leisten, sich in einer gebogenen Bewegung zu dem Zentralkörper hinein senken, und wenn der Schwung, der ihm eingedrückt worden, wenigstens so stark gewesen, ihn, ehe er die Oberfläche desselben berührt, von der senkrechten Linie um die halbe Dicke des Körpers im Mittelpunkte zu entfernen, so wird er

nicht dessen Oberfläche berühren, sondern, nachdem er sich dichte um ihn geschwungen hat, durch die vom Falle erlangte Geschwindigkeit sich wieder so hoch erheben, als er gefallen war, um in beständiger Kreisbewegung um ihn seinen Umlauf fortzusetzen.

Der Unterschied zwischen den Laufkreisen der Kometen und Planeten bestehet also in der Abwiegung der Seitenbewegung gegen den Druck, der sie zum Fallen treibt; welche zwei Kräfte, je mehr sie der Gleichheit nahe kommen, desto ähnlicher wird der Kreis der Zirkelfigur, und je ungleicher sie sein, je schwächer die schießende Kraft in Ansehung der Zentralkraft ist, desto länglichter ist der Kreis, oder wie man es nennt, desto exzentrischer ist er, weil der Himmelskörper in einem Teile seiner Bahn sich der Sonne weit mehr nähert, als im andern.

Weil nichts in der ganzen Natur auf das genaueste abgewogen ist, so hat auch kein Planet eine ganz zirkelförmige Bewegung; aber die Kometen weichen am meisten davon ab, weil der Schwung, der ihnen zur Seite eingedrückt worden, am wenigsten zu der Zentralkraft ihres ersten Abstandes proportioniert gewesen.

Ich werde mich in der Abhandlung sehr oft des Ausdrucks einer systematischen Verfassung des Weltbaues bedienen. Damit man keine Schwierigkeit finde, sich deutlich vorzustellen, was dadurch soll angedeutet werden, so will ich mich darüber mit wenigem erklären. Eigentlich machen alle Planeten und Kometen, die zu unserem Weltbau gehören, dadurch schon ein System aus, daß sie sich um einen gemeinschaftlichen Zentralkörper drehen. Ich nehme aber diese Benennung noch in engerem Verstande, indem ich auf die genauere Beziehungen sehe, die ihre Verbindung miteinander regelmäßig und gleichförmig gemacht hat. Die Kreise der Planeten beziehen sich so nahe wie möglich auf eine gemeinschaftliche Fläche, nämlich auf die verlängerte Äquatorsfläche der Sonne; die Abweichung von dieser Regel findet nur bei der äußersten Grenze des Systems, da alle Bewegungen allmählich aufhören, statt. Wenn daher eine gewisse Anzahl Himmelskörper, die um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt

geordnet sind und sich um selbigen bewegen, zugleich auf eine gewisse Fläche so beschränkt worden, daß sie von selbiger zu beiden Seiten nur so wenig als möglich abzuweichen die Freiheit haben; wenn die Abweichung nur bei denen, die von dem Mittelpunkte am weitesten entfernet sind und daher an den Beziehungen weniger Anteil als die andern haben, stufenweise stattfindet; so sage ich, diese Körper befinden sich in einer systematischen Verfassung zusammen verbunden.

Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.

Erster Teil.

Von der systematischen Verfassung unter den Fixsternen.

Der Lehrbegriff von der allgemeinen Verfassung des Weltbaues hat seit den Zeiten des Huygens keinen merklichen Zuwachs gewonnen. Man weiß noch zur Zeit nichts mehr, als was man schon damals gewußt hat, nämlich daß sechs Planeten mit zehn Begleitern, welche alle beinahe auf einer Fläche die Zirkel ihres Umlaufs gerichtet haben, und die ewige kometische Kugeln, die nach allen Seiten ausschweifen, ein System ausmachen, dessen Mittelpunkt die Sonne ist, gegen welche sich alles senkt, um welche ihre Bewegungen gehen, und von welcher sie alle erleuchtet, erwärmet und belebet werden; daß endlich die Fixsterne, als ebensoviel Sonnen, Mittelpunkte von ähnlichen Systemen sein, in welchen alles ebenso groß und ebenso ordentlich als in dem unsrigen eingerichtet sein mag, und daß der unendliche Weltraum von Weltgebäuden wimmele, deren Zahl und Vortrefflichkeit ein Verhältnis zur Unermeßlichkeit ihres Schöpfers hat.

Das Systematische, welches in der Verbindung der Planeten, die um ihre Sonnen laufen, stattfand, verschwand allhier in der Menge der Fixsterne, und es schien, als wenn die gesetzmäßige Beziehung, die im Kleinen angetroffen wird, nicht unter den Gliedern des Weltalls im Großen herrsche; die Fixsterne bekamen kein Gesetz, durch welches ihre Lagen gegeneinander eingeschränket wurden, und man sahe sie alle Himmel

und aller Himmel Himmel ohne Ordnung und ohne Absicht erfüllen. Seitdem die Wißbegierde des Menschen sich diese Schranken gesetzet hat, so hat man weiter nichts getan, als die Größe desjenigen daraus abzunehmen und zu bewundern, der in so unbegreiflich großen Werken sich offenbaret hat.

Dem Herrn Wright von Durham, einem Engeländer, war es vorbehalten, einen glücklichen Schritt zu einer Bemerkung zu tun, welche von ihm selber zu keiner gar zu tüchtigen Absicht gebraucht zu sein scheinet, und deren nützliche Anwendung er nicht genugsam beobachtet hat. Er betrachtete die Fixsterne nicht als ein untergeordnetes und ohne Absicht zerstreutes Gewimmel, sondern er fand eine systematische Verfassung im Ganzen und eine allgemeine Beziehung dieser Gestirne gegen einen Hauptplan der Räume, die sie einnehmen.

Wir wollen den Gedanken, den er vorgetragen, zu verbessern und ihm diejenige Wendung zu erteilen suchen, dadurch er an wichtigen Folgen fruchtbar sein kann, deren völlige Bestätigung den künftigen Zeiten aufbehalten ist.

Jedermann, der den bestirnten Himmel in einer heitern Nacht ansiehet, wird denjenigen lichten Streif gewahr, der durch die Menge der Sterne, die daselbst mehr als anderwärts gehäuft sein, und durch ihre sich in der großen Weite verlierende Kenntlichkeit ein einförmichtes Licht darstellet, welches man mit dem Namen Milchstraße benennet hat. Es ist zu bewundern, daß die Beobachter des Himmels durch die Beschaffenheit dieser am Himmel kenntlich unterschiedenen Zone nicht längst bewogen worden, sonderbare Bestimmungen in der Lage der Fixsterne daraus abzunehmen. Denn man siehet ihn die Richtung eines größten Zirkels und zwar in ununterbrochenem Zusammenhange um den ganzen Himmel einnehmen, zwei Bedingungen, die eine so genaue Bestimmung und von dem Unbestimmten des Ungefährs so kenntlich unterschiedene Merkmale mit sich führen, daß aufmerksame Sternkundige natürlicherweise dadurch hätten veranlaßet werden sollen, der Erklärung einer solchen Erscheinung mit Aufmerksamkeit nachzuspüren.

Weil die Sterne nicht auf die scheinbare hohle Himmelssphäre gesetzet sind, sondern einer weiter als der andere von unserm Gesichtspunkte entfernet, sich in der Tiefe des Himmels verlieren, so folget aus dieser Erscheinung, daß in den Entfernungen, darin sie einer hinter dem andern von uns abstehen, sie sich nicht in einer nach allen Seiten gleichgültigen Zerstreuung befinden, sondern sich auf eine gewisse Fläche vornehmlich beziehen müssen, die durch unsern Gesichtspunkt gehet, und welcher sie sich so nahe als möglich zu befinden bestimmet sind.

Diese Beziehung ist ein so ungezweifeltes Phänomenon, daß auch selber die übrigen Sterne, die in dem weißlichten Streife der Milchstraße nicht begriffen sind, doch um desto gehäufter und dichter gesehen werden, je näher ihre Örter dem Zirkel der Milchstraße sind, so daß von den 2000 Sternen, die das bloße Auge am Himmel entdecket, der größte Teil in einer nicht gar breiten Zone, deren Mitte die Milchstraße einnimmt, angetroffen wird.

Wenn wir nun eine Fläche durch den Sternenhimmel hindurch in unbeschränkte Weiten gezogen gedenken und annehmen, daß zu dieser Fläche alle Fixsterne und Systemata eine allgemeine Beziehung ihres Orts haben, um sich derselben näher als anderen Gegenden zu befinden, so wird das Auge, welches sich in dieser Beziehungsfläche befindet, bei seiner Aussicht in das Feld der Gestirne an der hohlen Kugelfläche des Firmaments diese dichteste Häufung der Sterne in der Richtung solcher gezogenen Fläche unter der Gestalt einer von mehrerem Lichte erleuchteten Zone erblicken. Dieser lichte Streif wird nach der Richtung eines größten Zirkels fortgehen, weil der Stand des Zuschauers in der Fläche selber ist. In dieser Zone wird es von Sternen wimmeln, welche durch die nicht zu unterscheidende Kleinigkeit der hellen Punkte, die sich einzeln dem Gesichte entziehen, und durch ihre scheinbare Dichtigkeit einen einförmig weißlichten Schimmer, mit einem Worte eine Milchstraße vorstellig machen. Das übrige Himmelsheer, dessen Beziehung gegen die gezogene Fläche sich nach und nach vermindert, oder welches sich auch dem Stande des

Beobachters näher befindet, wird mehr zerstreuet, wiewohl doch ihrer Häufung nach auf eben diesen Plan beziehend gesehen werden. Endlich folget hieraus, daß unsere Sonnenwelt, weil von ihr aus dieses System der Fixsterne in der Richtung eines größesten Zirkels gesehen wird, mit in ebenderselben großen Fläche befindlich sei und mit den übrigen ein System ausmache.

Wir wollen, um in die Beschaffenheit der allgemeinen Verbindung, die in dem Weltbaue herrschet, desto besser zu dringen, die Ursache zu entdecken suchen, welche die Örter der Fixsterne auf[a]) eine gemeinschaftliche Fläche beziehend gemacht hat.

Die Sonne schränket die Weite ihrer Anziehungskraft nicht in den engen Bezirk des Planetengebäudes ein. Allem Ansehen nach erstreckt sie selbige ins Unendliche. Die Kometen, die sich sehr weit über den Kreis des Saturns erheben, werden durch die Anziehung der Sonne genötiget, wieder zurückzukehren und in Kreisen zu laufen. Ob es also gleich der Natur einer Kraft, die dem Wesen der Materie einverleibt zu sein scheinet, gemäßer ist, unbeschränkt zu sein, und sie auch wirklich von denen, die Newtons Sätze annehmen, davor erkannt wird, so wollen wir doch nur zugestanden wissen, daß diese Anziehung der Sonne ohngefähr bis zum nächsten Fixsterne reiche, und daß die Fixsterne als ebensoviel Sonnen in gleichem Umfange um sich wirken, folglich daß das ganze Heer derselben einander durch die Anziehung zu nähern bestrebt sei; so finden sich alle Weltsystemen in der Verfassung, durch die gegenseitige Annäherung, die unaufhörlich und durch nichts gehindert ist, über kurz oder lang in einen Klumpen zusammen zu fallen, wofern diesem Ruin nicht, so wie bei den Kugeln unsers planetischen Systems, durch die den Mittelpunkt fliehende Kräfte vorgebeugt worden, welche, indem sie die Himmelskörper von dem geraden Falle abbeugen, mit den Kräften der Anziehung in Verbindung die ewige Kreisumläufe zuwege bringen, dadurch das Gebäude der Schöpfung vor der

a) „auch“ A.

Zerstörung gesichert und zu einer unvergänglichen Dauer geschickt gemacht wird.

So haben denn alle Sonnen des Firmaments Umlaufsbewegungen, entweder um einen allgemeinen Mittelpunkt oder um viele. Man kann sich aber allhier der Analogie bedienen, dessen, was bei den Kreisläufen unserer Sonnenwelt bemerket wird: daß nämlich, gleichwie ebendieselbe Ursache, die den Planeten die Zenterfliehkraft, durch die sie ihre Umläufe verrichten, erteilet hat, ihre Laufkreise auch so gerichtet, daß sie sich alle auf eine Fläche beziehen, also auch die Ursache, welche es auch immer sein mag, die den Sonnen der Oberwelt, als so viel Wandelsternen höherer Weltordnungen[a]) die Kraft der Umwendung[b]) gegeben, ihre Kreise zugleich so viel möglich auf eine Fläche gebracht[c]) und die Abweichungen von derselben einzuschränken bestrebt gewesen.

Nach dieser Vorstellung kann man das System der Fixsterne einigermaßen durch das planetische abschildern, wenn man dieses unendlich vergrößert. Denn wenn wir anstatt der 6 Planeten mit ihren 10 Begleitern so viele tausend derselben, und anstatt der 28 oder 30 Kometen, die beobachtet worden, ihrer hundert- oder tausendmal mehr annehmen, wenn wir eben diese Körper als selbstleuchtend gedenken, so würde dem Auge des Zuschauers, das sie von der Erde ansiehet, eben der Schein, als von den Fixsternen der Milchstraße entstehen. Denn die gedachte Planeten würden durch ihre Nahheit zu dem gemeinen Plane ihrer Beziehung uns, die wir mit unserer Erde in ebendemselben Plane befindlich sein, eine von unzählbaren Sternen dicht erleuchtete Zone darstellen, deren Richtung nach dem größesten Zirkel ginge; dieser lichte Streifen würde allenthalben mit Sternen genugsam besetzet sein, obgleich gemäß der Hypothese es Wandelsterne, mithin nicht an einen Ort geheftet sind; denn es würden sich allezeit nach einer Seite Sterne genug

---

a—b) „den Schwung des Umlaufs" Änderung Kants in Gensichens Auszug.

c) „zu bringen" Änderung Kants bei Gensichen.

durch ihre Versetzung befinden, obgleich andere diesen Ort geändert hätten.

Die Breite dieser erleuchteten Zone, welche eine Art eines Tierkreises vorstellet, wird durch die verschiedene Grade der Abweichung besagter Irrsterne von dem Plane ihrer Beziehung und durch die Neigung ihrer Kreise gegen dieselbe Fläche veranlasset werden; und weil die meisten diesem Plane nahe sein, so wird ihre Anzahl nach dem Maße der Entfernung von dieser Fläche zerstreuter erscheinen; die Kometen aber, die alle Gegenden ohne Unterscheid einnehmen, werden das Feld des Himmels von beiden Seiten bedecken.

Die Gestalt des Himmels der Fixsterne hat also keine andere Ursache, als eben eine dergleichen systematische Verfassung im Großen, als der planetische Weltbau im Kleinen hat, indem alle Sonnen ein System ausmachen, dessen allgemeine Beziehungsfläche die Milchstraße ist; die sich am wenigsten auf diese Fläche beziehende werden zur Seite gesehen, sie sind aber ebendeswegen weniger gehäufet, weil zerstreuter und seltener. Es sind sozusagen die Kometen unter den Sonnen.

Dieser neue Lehrbegriff aber legt den Sonnen eine fortrückende Bewegung bei, und jedermann erkennet sie doch als unbewegt und von Anbeginn her an ihre Örter geheftet. Die Benennung, die die Fixsterne davon erhalten haben, scheinet durch die Beobachtung aller Jahrhunderte bestätigt und ungezweifelt zu sein. Diese Schwierigkeit würde das vorgetragene Lehrgebäude vernichten, wenn sie gegründet wäre. Allein allem Ansehen nach ist dieser Mangel der Bewegung nur etwas Scheinbares. Es ist entweder nur eine ausnehmende Langsamkeit, die von der großen Entfernung von dem gemeinen Mittelpunkte ihres Umlaufs, oder eine Unmerklichkeit, die durch den Abstand von dem Orte der Beobachtung veranlasset wird. Lasset uns die Wahrscheinlichkeit dieses Begriffes durch die Ausrechnung der Bewegung schätzen, die ein unserer Sonne naher Fixstern haben würde, wenn wir setzten, daß unsere Sonne der Mittelpunkt seines Kreises wäre. Wenn seine Weite nach dem Huygen über 21000mal größer als der Abstand der Sonne

von der Erde angenommen wird, so ist nach dem ausgemachten Gesetze der Umlaufszeiten, die im Verhältnis der Quadratwurzel aus dem Würfel der Entfernungen vom Mittelpunkte stehen, die Zeit, die er anwenden müßte, seinen Zirkel um die Sonne einmal zu durchlaufen, von mehr als anderthalb[a]) Millionen Jahre, und dieses würde in 4000[b]) Jahren eine Verrückung seines Ortes nur um einen Grad setzen. Da nun nur vielleicht sehr wenige Fixsterne der Sonne so nahe sind, als Huygen den Sirius ihr zu sein gemutmaßet hat, da die Entfernung des übrigen Himmelsheeres des letzteren seine vielleicht ungemein übertrifft, und also zu solcher periodischen Umwendung ungleich längere Zeiten erfordert[c]) würden, überdem auch wahrscheinlicher ist, daß die Bewegung der Sonnen des Sternenhimmels um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gehe, dessen Abstand ungemein groß, und die Fortrückung der Sterne daher überaus langsam sein kann, so läßt sich hieraus mit Wahrscheinlichkeit abnehmen, daß alle Zeit, seit der man Beobachtungen am Himmel angestellet hat, vielleicht noch nicht hinlänglich sei, die Veränderung, die in ihren Stellungen vorgegangen, zu bemerken. Man darf indessen noch nicht die Hoffnung aufgeben, auch diese mit der Zeit zu entdecken. Es werden subtile und sorgfältige Aufmerker, imgleichen eine Vergleichung weit voneinander abstehender Beobachtungen dazu erfordert. Man müßte diese Beobachtungen vornehmlich auf die Sterne der Milchstraße richten,*) welche der Hauptplan aller Bewegung ist. Herr Bradley hat beinahe unmerkliche Fortrückungen der Sterne beobachtet. Die Alten haben Sterne an gewissen Stellen des Himmels gemerket, und wir sehen neue an andern.

*) Imgleichen auf diejenige Haufen von Sternen, deren viele in einem kleinen Raume bei einander sein, als z. E. das Siebengestirn, welche vielleicht unter sich ein kleines System in dem größern ausmachen.

a) „3 Millionen".
b) „8000 Jahren". Diese Zahlen, die sich im Auszuge Gensichens finden, sind die richtigen.
c) „erfordern" A. corr. Rahts Akad. Ausg.

Wer weiß, waren es nicht die vorigen, die nur den Ort geändert haben. Die Vortrefflichkeit der Werkzeuge und die Vollkommenheit der Sternenwissenschaft machen uns gegründete Hoffnung zur Entdeckung so sonderbarer Merkwürdigkeiten.*) Die Glaubwürdigkeit der Sache selber aus den Gründen der Natur und der Analogie unterstützen diese Hoffnung so gut, daß sie die Aufmerksamkeit der Naturforscher reizen können, sie in Erfüllung zu bringen.

Die Milchstraße ist, sozusagen, auch der Tierkreis neuer Sterne, welche fast in keiner andern Himmelsgegend als in dieser wechselweise sich sehen lassen und verschwinden. Wenn diese Abwechselung ihrer Sichtbarkeit von ihrer periodischen Entfernung und Annäherung zu uns herrühret, so scheinet wohl aus der angeführten systematischen Verfassung der Gestirne, daß ein solches Phänomenon mehrenteils nur in dem Bezirk der Milchstraße müsse gesehen werden. Denn da es Sterne sind, die in sehr ablangen[a]) Kreisen um andere Fixsterne als Trabanten um ihre Hauptplaneten laufen, so erfordert es die Analogie mit unserm planetischen Weltbau, in welchem nur die dem gemeinen Plane der Bewegungen nahe Himmelskörper um sich laufende Begleiter haben, daß auch nur die Sterne, die in der Milchstraße sind, um sich laufende Sonnen haben werden.[b])

*) De la Hire bemerket in den *Mémoires* der Akademie zu Paris vom Jahre 1693, er habe sowohl aus eigenen Beobachtungen, als auch aus Vergleichung derselben mit des Ricciolus seinen eine starke Änderung in den Stellungen der Sterne des Siebengestirns wahrgenommen.

a) „oblongen" Ausgabe von 1797.

b) Anmerkung Gensichens auf Grund einer Äußerung Kants: Herr Professor Kant hatte seine Vorstellung der Milchstraße, als eines unserm Planetensystem ähnlichen Systems bewegter Sterne schon seit 6 Jahren geliefert, als Lambert in seinen kosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues, die erst im Jahre 1761 herauskamen, eine ähnliche Idee bekannt machte. Es gebührt also dem ersten das Recht des ersten Besitznehmers einer Sache, die noch niemanden angehörte. Überdem scheint auch die Lambertische Vorstellung sich sehr und wie mich dünkt,

Ich komme zu demjenigen Teile des vorgetragenen Lehrbegriffs, der ihn durch die erhabene Vorstellung, welche er von dem Plane der Schöpfung darstellet, am meisten reizend macht. Die Reihe der Gedanken, die mich darauf geleitet haben, ist kurz und ungekünstelt; sie bestehet in folgendem. Wenn ein System von Fixsternen, welche in ihren Lagen sich auf eine gemeinschaftliche Fläche beziehen, so wie wir die Milchstraße entworfen haben, so weit von uns entfernet ist, daß alle Kenntlichkeit der einzelnen Sterne, daraus es bestehet, sogar dem Sehrohre nicht mehr empfindlich ist; wenn seine Entfernung zu der Entfernung der Sterne der Milchstraße eben das Verhältnis, als diese zum Abstande der Sonne von uns hat; kurz, wenn eine solche Welt von Fixsternen in einem so unermeßlichen Abstande von dem Auge des Beobachters, das sich außerhalb derselben[a]) befindet, angeschauet wird, so wird dieselbe unter einem kleinen Winkel als ein mit schwachem Lichte erleuchtetes Räumchen erscheinen, dessen Figur zirkelrund sein wird, wenn seine Fläche sich dem Auge geradezu darbietet, und elliptisch, wenn es von der Seite gesehen wird. Die Schwäche des Lichts, die Figur und die kennbare Größe des Durchmessers werden ein solches Phänomenon, wenn es vorhanden ist, von allen Sternen, die einzeln gesehen werden, gar deutlich unterscheiden.

Man darf sich unter den Beobachtungen der Sternkundigen nicht lange nach dieser Erscheinung umsehen. Sie ist von unterschiedlichen Beobachtern deutlich wahrgenommen worden. Man hat sich über ihre Seltsamkeit verwundert, man hat gemutmaßet und bisweilen wunderlichen Einbildungen, bisweilen schein-

zum Vorteil der letzteren (zu ergänzen: von der Kantischen) zu unterscheiden, indem Lambert die Milchstraße in unzählige kleinere Teile teilte und annahm, daß unser Planetensystem in einem solcher Teile, zu dem auch alle Sterne außer der Milchstraße gehören sollten, befindlich sei (S. 128. 137. 151. 153.). Gensichen in „William Herschel: Über den Bau des Himmels usw.“. Königsberg, Nikolovius 1791, S. 202.

a) „demselben“ A.

baren Begriffen, die aber doch ebenso unbegründet als die erstern waren, Platz gegeben. Die neblichten Sterne sind es, welche wir meinen, oder vielmehr eine Gattung derselben, die der Herr von Maupertuis so beschreibet:*) Daß es kleine, etwas mehr als das Finstere des leeren Himmelsraums erleuchtete Plätzchen sein, die alle darin übereinkommen, daß sie mehr oder weniger offene Ellipsen vorstellen, aber deren Licht weit schwächer ist als irgendein anderes, das man am Himmel gewahr wird. Der Verfasser der Astrotheologie bildete sich ein, daß es Öffnungen im Firmamente wären, durch welche er den Feuerhimmel zu sehen glaubte. Ein Philosoph von erleuchtetern Einsichten, der schon angeführte Herr von Maupertuis, hält sie in Betrachtung ihrer Figur und kennbaren Durchmessers vor erstaunlich große Himmelskörper, die durch ihre von dem Drehungsschwunge verursachte große Abplattung, von der Seite gesehen, elliptische Gestalten darstellen.

Man wird leicht überführt, daß diese letztere Erklärung gleichfalls nicht stattfinden könne. Weil diese Art von neblichten Sternen außer Zweifel zum wenigsten ebensoweit als die übrigen Fixsterne von uns entfernet sein muß, so wäre nicht allein ihre Größe erstaunlich, nach welcher sie auch die größesten Sterne viele tausendmal übertreffen müßten, sondern das wäre am allerseltsamsten, daß sie bei dieser außerordentlichen Größe, da es selbstleuchtende Körper und Sonnen sein, das allerstumpfste und schwächste Licht an sich zeigen sollten.

Weit natürlicher und begreiflicher ist es, daß es nicht einzelne so große Sterne, sondern Systemata von vielen sein, deren Entfernung sie in einem so engen Raume darstellet, daß das Licht, welches von jedem derselben einzeln unmerklich ist, bei ihrer unermeßlichen Menge in einen einförmichten blassen Schimmer ausschlägt. Die Analogie mit dem Sternensystem, darin wir uns befinden, ihre Gestalt, welche gerade so ist, als sie es nach unserem Lehrbegriffe

*) Abhandlung von der Figur der Sterne.

sein muß, die Schwäche des Lichts, die eine vorausgesetzte unendliche Entfernung erfordert. Alles stimmet vollkommen überein, diese elliptische Figuren vor eben dergleichen Weltordnungen, und so zu reden, Milchstraßen zu halten, deren Verfassung wir eben entwickelt haben; und wenn Mutmaßungen, in denen Analogie und Beobachtung vollkommen übereinstimmen, einander zu unterstützen, ebendieselbe Würdigkeit haben als förmliche Beweise, so wird man die Gewißheit dieser Systemen vor ausgemacht halten müssen.

Nunmehro hat die Aufmerksamkeit der Beobachter des Himmels Bewegungsgründe genug, sich mit diesem Vorwurfe zu beschäftigen. Die Fixsterne, wie wir wissen, beziehen sich alle auf einen gemeinschaftlichen Plan und machen dadurch ein zusammengeordnetes Ganze, welches eine Welt von Welten ist. Man siehet, daß in unermeßlichen Entfernungen es mehr solcher Sternensystemen gibt, und daß die Schöpfung in dem ganzen unendlichen Umfange ihrer Größe allenthalben systematisch und aufeinander beziehend ist.*)

Man könnte noch mutmaßen, daß eben diese höhere

*) Anmerkung Gensichens auf Grund einer Äußerung Kants a. o. a. O. (S. 107): „Lambert scheint ungewiß gewesen zu sein, wofür er die Nebelsterne halten sollte. Denn ob man gleich aus einigen Stellen in seinen Briefen schließen möchte, er habe sie für entfernte Milchstraßen angesehen (S. 129. 147), so läßt sich doch wieder aus anderen Stellen vermuten, daß er sie, wenigstens den Lichtschimmer im Orion, für das Licht angesehen habe, das seine von benachbarten Sternen erleuchteten dunkeln Zentralkörper zu uns reflektieren (S. 254. 285. 302. u. 9., 310 u. 12). Gewiß scheint zu sein, daß Lambert das Dasein mehrerer Milchstraßen vermutet (S. 129. 147. 158. 305), aber es scheint nicht, daß er die Nebelsterne für dergleichen entfernte Milchstraßen ansieht. Man kann also diese Vorstellung nicht eigentlich einen von Lambert gewagten Gedanken nennen, wie Erxleben in seiner Naturlehre 1772 S. 540 sagt und wie es in den neuern durch H. Hofr. Lichtenberg vermehrten Ausgaben stehen geblieben ist; und da dieser Gedanke von Kant schon im Jahre 1755, und zwar ganz bestimmt vorgetragen worden ist, so wird, auf welcher Seite die Priorität dieser Vorstellungsart sei, ferner nicht gezweifelt werden können.

Weltordnungen nicht ohne Beziehung gegeneinander sein, und durch dieses gegenseitige Verhältnis wiederum ein noch unermeßlicheres System ausmachen. In der Tat siehet man, daß die elliptische Figuren dieser[a]) Arten neblichter Sterne, welche der Herr von Maupertuis anführet, eine sehr nahe Beziehung auf den Plan der Milchstraße haben. Es stehet hier ein weites Feld zu Entdeckungen offen, wozu die Beobachtung den Schlüssel geben muß. Die eigentlich so genannten neblichten Sterne und die, über welche man strittig ist, sie so zu benennen, müßten nach Anleitung dieses Lehrbegriffs untersucht und geprüft werden. Wenn man die Teile der Natur nach Absichten und einem entdeckten Entwurfe betrachtet, so eröffnen sich gewisse Eigenschaften, die sonst übersehen werden und verborgen bleiben, wenn sich die Beobachtung ohne Anleitung auf alle Gegenstände zerstreuet.

Der Lehrbegriff, den wir vorgetragen haben, eröffnet uns eine Aussicht in das unendliche Feld der Schöpfung und bietet eine Vorstellung von dem Werke Gottes dar, die der Unendlichkeit des großen Werkmeisters gemäß ist. Wenn die Größe eines planetischen Weltbaues, darin die Erde als ein Sandkorn kaum bemerket wird, den Verstand in Verwunderung setzt, mit welchem Erstaunen wird man entzücket, wenn man die unendliche Menge Welten und Systemen ansiehet, die den Inbegriff der Milchstraße erfüllen; allein wie vermehrt sich dieses Erstaunen, wenn man gewahr wird, daß alle diese unermeßliche Sternordnungen wiederum die Einheit von einer Zahl machen, deren Ende wir nicht wissen, und die vielleicht ebenso wie jene unbegreiflich groß und doch wiederum noch die Einheit einer neuen Zahlverbindung ist. Wir sehen die ersten Glieder einer fortschreitenden Verhältnis von Welten und Systemen, und der erste Teil dieser unendlichen Progression gibt schon zu erkennen, was man von dem Ganzen vermuten soll. Es ist hie kein Ende, sondern ein Abgrund einer wahren Unermeßlichkeit, worin alle Fähigkeit der menschlichen Begriffe sinket, wenn sie gleich durch die Hilfe der Zahl-

[1]) „diese“ A.

wissenschaft erhoben wird. Die Weisheit, die Güte, die Macht, die sich offenbaret hat, ist unendlich und in eben der Maße fruchtbar und geschäftig; der Plan ihrer Offenbarung muß daher eben wie sie unendlich und ohne Grenzen sein.

Es sind aber nicht allein im Großen wichtige Entdeckungen zu machen, die den Begriff zu erweitern dienen, den man sich von der Größe der Schöpfung machen kann. Im Kleinern ist nicht weniger unentdeckt, und wir sehen sogar in unserer Sonnenwelt die Glieder eines Systems, die unermeßlich weit voneinander abstehen, und zwischen welchen man die Zwischenteile noch nicht entdecket hat. Sollte zwischen dem Saturn, dem äußersten unter den Wandelsternen, die wir kennen, und dem am wenigsten exzentrischen Kometen, der vielleicht von einer 10 und mehrmal entlegenern Entfernung zu uns herabsteigt, kein Planet mehr sein, dessen Bewegung der kometischen näher als jener käme? und sollten nicht noch andere mehr durch eine Annäherung ihrer Bestimmungen vermittelst einer Reihe von Zwischengliedern die Planeten nach und nach in Kometen verwandeln, und die letztere Gattung mit der erstern zusammenhängen?

Das Gesetz, nach welchem die Exzentrizität der Planetenkreise sich in Gegenhaltung ihres Abstandes von der Sonne verhält, unterstützt diese Vermutung. Die Exzentrizität in den Bewegungen der Planeten nimmt mit derselben Abstande von der Sonne zu, und die entfernten Planeten kommen dadurch der Bestimmung der Kometen näher. Es ist also zu vermuten, daß es noch andere Planeten über dem Saturn geben wird, welche noch exzentrischer, und dadurch also jenen noch näher verwandt, vermittelst einer beständigen Leiter die Planeten endlich zu Kometen machen. Die Exzentrizität ist bei der Venus $^1/_{126}$ von der halben Achse ihres elliptischen Kreises; bei der Erde $^1/_{58}$, beim Jupiter $^1/_{20}$, und beim Saturn $^1/_{17}$ derselben; sie nimmt also augenscheinlich mit den Entfernungen zu. Es ist wahr, Merkur und Mars nehmen sich durch ihre viel größere Exzentrizität, als das Maß ihres Abstandes von der Sonne es erlaubet, von diesem Gesetze aus; aber wir werden im folgenden

belehret werden, daß eben dieselbe Ursache, weswegen einigen Planeten bei ihrer Bildung eine kleinere Masse zuteil worden, auch die Ermangelung des zum Zirkellaufe erforderlichen Schwunges, folglich die Exzentrizität nach sich gezogen, folglich sie in beiden Stücken unvöllständig gelassen hat.

Ist es diesem zufolge nicht wahrscheinlich, daß die Abnahme[a]) der Exzentrizität der über dem Saturn zunächst befindlichen Himmelskörper ohngefähr ebenso gemäßigt als in den untern sei, und daß die Planeten durch minder plötzliche Abfälle mit dem Geschlechte der Kometen verwandt sein? Denn es ist gewiß, daß eben diese Exzentrizität den wesentlichen Unterschied zwischen den Kometen und Planeten macht, und die Schweife und Dunstkugeln derselben nur deren Folge sein; imgleichen, daß eben die Ursache, welche es auch immerhin sein mag, die den Himmelskörpern ihre Kreisbewegungen erteilet hat, bei größern Entfernungen nicht allein schwächer gewesen, den Drehungsschwung der Senkungskraft gleich zu machen, und dadurch die Bewegungen exzentrisch gelassen hat, sondern auch eben deswegen weniger vermögend gewesen, die Kreise dieser Kugeln auf eine gemeinschaftliche Fläche, auf welcher sich die untern bewegen, zu bringen, und dadurch die Ausschweifung der Kometen nach allen Gegenden veranlasset hat.

Man würde nach dieser Vermutung noch vielleicht die Entdeckung neuer Planeten über dem Saturn zu hoffen haben, die exzentrischer als dieser und also der kometischen Eigenschaft näher sein würden; aber eben daher würde man sie nur eine kurze Zeit, nämlich in der Zeit ihrer Sonnennähe, erblicken können, welcher Umstand zusamt dem geringen Maße der Annäherung und der Schwäche des Lichts die Entdeckung derselben[b]) bisher verhindert haben und auch aufs künftige schwer machen müssen. Der letzte Planet

a) Hierzu bemerkt Rahts: Ak. Ausg. S. 549 „soll wohl heißen „Zunahme der Exzentrizität", da nach Kants Ausführungen die Bahnen vom Saturn nach den Kometen zu immer exzentrischer werden". Vgl. S. 80f.

b) „desselben" A.

und erste Komet würde, wenn es so beliebte, derjenige können genannt werden, dessen Exzentrizität so groß wäre, daß er in seiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächsten Planeten, vielleicht also des Saturns, durchschnitte.*)

*) Der Teil dieses Abschnitts, der von den zunehmenden Exzentrizitäten mit wachsendem Abstand von der Sonne handelt (von S. 50 „Der Lehrbegriff“ an bis zum Schluß), fehlt in Gensichens Auszug vollständig und ist wohl auf Kants Veranlassung unterdrückt worden. Vgl. Ak. Ausg. S. 549.

Allgemeine

Naturgeschichte und Theorie des Himmels

Zweiter Teil

Von dem ersten Zustande der Natur, der Bildung der Himmelskörper, den Ursachen ihrer Bewegung und der systematischen Beziehung derselben sowohl in dem Planetengebäude insonderheit, als auch in Ansehung der ganzen Schöpfung

Schau sich die bildende Natur zu ihrem
großen Zweck bewegen,
Ein jedes Sonnenstäubchen sich zu einem
andern Stäubchen regen,
Ein jedes, das gezogen wird, das andre
wieder an sich ziehn,
Das nächste wieder zu umfassen, es zu formieren
sich bemühn.
Beschaue die Materie auf tausend Art und
Weise sich
Zum allgemeinen Centro drängen.
Pope.

Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.

Zweiter Teil.

Erstes Hauptstück.

Von dem Ursprunge des planetischen Weltbaues überhaupt und den Ursachen ihrer Bewegungen.

Die Betrachtung des Weltbaues zeiget in Ansehung der gewechselten Beziehungen, die seine Teile untereinander haben, und wodurch sie die Ursache bezeichnen, von der sie herstammen, zwo Seiten, welche beide gleich wahrscheinlich und annehmungswürdig sein. Wenn man einesteils erwäget, daß 6 Planeten mit 9a) Begleitern, die um die Sonne, als ihren Mittelpunkt, Kreise beschreiben, alle nach einer Seite sich bewegen, und zwar nach derjenigen, nach welcher sich die Sonne selber drehet, welche ihrer alle Umläufe durch die Kraft der Anziehung regieret, daß ihre Kreise nicht weit von einer gemeinen Fläche abweichen, nämlich von der verlängerten Äquatorsfläche der Sonnen, daß bei den entferntesten der zur Sonnenwelt gehörigen Himmelskörper, wo die gemeine Ursache der Bewegung dem Vermuten nach nicht so kräftig gewesen als in der Nahheit zum Mittelpunkte, Abweichungen von der Genauheit dieser Bestimmungen stattgefunden, die mit dem Mangel der eingedrückten Bewegung ein genugsames Verhältnis haben, wenn man, sage ich, allen diesen Zusammen-

a) Kehrbach u. Rahts Ak. Ausg. „10“ vgl. S. 148.

hang erwäget, so wird man bewogen, zu glauben, daß eine Ursache, welche es auch sei, einen durchgängigen Einfluß in dem ganzen Raume des Systems gehabt hat, und daß die Einträchtigkeit in der Richtung und Stellung der planetischen Kreise eine Folge der Übereinstimmung sei, die sie alle mit derjenigen materialischen Ursache gehabt haben müssen, dadurch sie in Bewegung gesetzet worden.

Wenn wir andernteils den Raum erwägen, in dem die Planeten unsers Systems herumlaufen, so ist er vollkommen leer*) und aller Materie beraubt, die eine Gemeinschaft des Einflusses auf diese Himmelskörper verursachen und die Übereinstimmung unter ihren Bewegungen nach sich ziehen könnte. Dieser Umstand ist mit vollkommener Gewißheit ausgemacht und übertrifft noch, wo möglich, die vorige Wahrscheinlichkeit. Newton, durch diesen Grund bewogen, konnte keine materialische Ursache verstatten, die durch ihre Erstreckung in dem Raume des Planetengebäudes die Gemeinschaft der Bewegungen unterhalten sollte. Er behauptete, die unmittelbare Hand Gottes habe diese Anordnung ohne die Anwendung der Kräfte der Natur ausgerichtet.

Man siehet bei unparteiischer Erwägung, daß die Gründe hier von beiden Seiten gleich stark und beide einer völligen Gewißheit gleich zu schätzen sein. Es ist aber ebenso klar, daß ein Begriff sein müsse, in welchem diese dem Scheine nach wider einander streitende Gründe vereiniget werden können und sollen, und daß in diesem Begriffe das wahre System zu suchen sei. Wir wollen ihn mit kurzen Worten anzeigen. In der jetzigen Verfassung des Raumes, darin die Kugeln der ganzen Planetenwelt umlaufen, ist keine materialische Ursache vorhanden, die ihre Bewegungen

*) Ich untersuche hier nicht, ob dieser Raum in dem allereigentlichsten Verstande könne leer genannt werden. Denn allhier ist genug, zu bemerken, daß alle Materie, die etwa in diesem Raume anzutreffen sein möchte, viel zu unvermögend sei, als daß sie in Ansehung der bewegten Massen, von denen die Frage ist, einige Wirkung verüben könnte.

eindrücken oder richten könnte. Dieser Raum ist vollkommen leer, oder wenigstens so gut als leer; also muß er ehemals anders beschaffen und mit genugsam vermögender Materie erfüllet gewesen sein, die Bewegung auf alle darin befindliche Himmelskörper zu übertragen, und sie mit der ihrigen, folglich alle untereinander einstimmig zu machen; und nachdem die Anziehung besagte Räume gereinigt und alle ausgebreitete Materie in besondere Klumpen versammlet, so müssen die Planeten nunmehro mit der einmal eingedrückten Bewegung ihre Umläufe in einem nicht widerstehenden Raume frei und unverändert fortsetzen. Die Gründe der zuerst angeführten Wahrscheinlichkeit erfordern durchaus diesen Begriff, und weil zwischen beiden Fällen kein dritter möglich ist, so kann dieser mit einer vorzüglichen Art des Beifalles, welcher ihn über die Scheinbarkeit einer Hypothese erhebet, angesehen werden. Man könnte, wenn man weitläuftig sein wollte, durch eine Reihe aus einander gefolgerter Schlüsse nach der Art einer mathematischen Methode mit allem Gepränge, den diese mit sich führet, und noch mit größerem Schein, als ihr Aufzug in physischen Materien gemeinhin zu sein pfleget, endlich auf den Entwurf selber kommen, den ich von dem Ursprunge des Weltgebäudes darlegen werde; allein ich will meine Meinungen lieber in der Gestalt einer Hypothese vortragen und der Einsicht des Lesers es überlassen, ihre Würdigkeit zu prüfen, als durch den Schein einer erschlichenen Überführung ihre Gültigkeit verdächtig machen, und, indem ich die Unwissenden einnehme, den Beifall der Kenner verlieren.

Ich nehme an, daß alle Materien, daraus die Kugeln, die zu unserer Sonnenwelt gehören, alle Planeten und Kometen bestehen, im Anfange aller Dinge in ihren elementarischen Grundstoff aufgelöset, den ganzen Raum des Weltgebäudes erfüllet haben, darin jetzo diese gebildete Körper herumlaufen. Dieser Zustand der Natur, wenn man ihn, auch ohne Absicht auf ein System an und vor sich selbst betrachtet, scheinet nur der einfachste zu sein, der auf das Nichts folgen kann. Damals hatte sich noch nichts gebildet. Die Zusammensetzung voneinander abstehender Himmels-

körper, ihre nach den Anziehungen gemäßigte Entfernung, ihre Gestalt, die aus dem Gleichgewichte der versammleten Materie entspringet, sind ein späterer Zustand. Die Natur, die unmittelbar mit der Schöpfung grenzete, war so roh, so ungebildet, als möglich. Allein auch in den wesentlichen Eigenschaften der Elemente, die das Chaos ausmachen, ist das Merkmal derjenigen Vollkommenheit zu spüren, die sie von ihrem Ursprunge her haben, indem ihr Wesen aus der ewigen Idee des göttlichen Verstandes eine Folge ist. Die einfachsten, die allgemeinsten Eigenschaften, die ohne Absicht scheinen entworfen zu sein, die Materie, die bloß leidend und der Formen und Anstalten bedürftig zu sein scheinet, hat in ihrem einfachsten Zustande eine Bestrebung, sich durch eine natürliche Entwickelung zu einer vollkommeneren Verfassung zu bilden. Allein die Verschiedenheit in den Gattungen der Elemente träget zu der Regung der Natur und zur Bildung des Chaos das Vornehmste bei, als wodurch die Ruhe, die bei einer allgemeinen Gleichheit unter den zerstreuten Elementen herrschen würde, gehoben wird[a]), und das Chaos in den Punkten der stärker anziehenden Partikeln sich zu bilden anfängt. Die Gattungen dieses Grundstoffes sind ohne Zweifel nach der Unermeßlichkeit, die die Natur an allen Seiten zeigt, unendlich verschieden. Die von größter spezifischen Dichtigkeit und Anziehungskraft, welche an und vor sich weniger Raum einnehmen und auch seltener sein, werden daher bei der gleichen Austeilung in dem Raume der Welt zerstreuter als die leichtern Arten sein. Elemente von 1000mal größerer spezifischen Schwere sind tausend, vielleicht auch millionenmal zerstreuter als die in diesem Maße leichtern. Und da diese Abfälle so unendlich als möglich müssen gedacht werden, so wird, gleichwie es körperliche Bestandteile von einer Gattung geben kann, die eine andere in dem Maße an Dichtigkeit übertrifft, als eine Kugel, die mit dem Radius des Planetengebäudes beschrieben worden, eine andere, die den tausendsten Teil einer Linie im Durchmesser hat, also auch jene Art von

a) „wird“ fehlt A. corr. Ak. Ausg.

zerstreuten Elementen um einen so viel größern Abstand voneinander entfernet sein, als diese.

Bei einem auf solche Weise erfüllten Raume dauert die allgemeine Ruhe nur einen Augenblick. Die Elemente haben wesentliche Kräfte, einander in Bewegung zu setzen, und sind sich selber eine Quelle des Lebens. Die Materie ist sofort in Bestrebung, sich zu bilden. Die zerstreuten Elemente dichterer Art sammlen, vermittelst der Anziehung, aus einer Sphäre rund um sich alle Materie von minder spezifischer Schwere; sie selber aber zusamt der Materie, die sie mit sich vereinigt haben, sammlen sich in den Punkten, da die Teilchen von noch dichterer Gattung befindlich sein, diese gleichergestalt zu noch dichteren, und so fortan. Indem man also dieser sich bildenden Natur in Gedanken durch den ganzen Raum des Chaos nachgehet, so wird man leichtlich inne: daß alle Folgen dieser Wirkung zuletzt in der Zusammensetzung verschiedener Klumpen bestehen würden[a]) die nach Verrichtung ihrer Bildungen durch die Gleichheit der Anziehung ruhig und auf immer unbewegt sein würden.

Allein die Natur hat noch andere Kräfte im Vorrat, welche sich vornehmlich äußern, wenn die Materie in feine Teilchen aufgelöset ist, als wodurch selbige einander zurückstoßen und durch ihren Streit mit der Anziehung diejenige Bewegung hervorbringen,[b]) die gleichsam ein dauerhaftes Leben der Natur ist. Durch diese Zurückstoßungskraft, die sich in der Elastizität der Dünste, dem Ausflusse starkriechender Körper und der Ausbreitung aller geistigen Materien offenbaret und die ein unstreitiges Phänomenon der Natur ist, werden die zu ihren Anziehungspunkten sinkende Elemente[c]) durcheinander von der geradlinichten Bewegung seitwärts gelenket, und der senkrechte Fall

---

a) „würde".

b) „hervorbringen können" Gensichen a. o. a. O. wahrscheinlich Kants eigene Korrektur s. Ak. Ausg. Bd. I S. 550.

c) „wenn der Widerstand, den sie im Fallen gegeneinander seitwärts ausüben, nicht genau von allen Seiten gleich ist, welches sich nicht wohl annehmen läßt". Zusatz bei Gensichen vgl. b).

schlägt[a]) in Kreisbewegungen aus, die den Mittelpunkt der Senkung umfassen. Wir wollen, um die Bildung des Weltbaues deutlich zu begreifen, unsere Betrachtung von dem unendlichen Inbegriffe der Natur auf ein besonderes System einschränken, so wie dieses zu unserer Sonne gehörige ist. Nachdem wir die Erzeugung desselben erwogen haben, so werden wir auf eine ähnliche Weise zu dem Ursprunge der höhern Weltordnungen fortschreiten und die Unendlichkeit der ganzen Schöpfung in einem Lehrbegriffe zusammenfassen können.

Wenn demnach ein Punkt in einem sehr großen Raume befindlich ist, wo die Anziehung der daselbst befindlichen Elemente stärker als allenthalben um sich wirket, so wird der in dem ganzen Umfange ausgebreitete Grundstoff elementarischer Partikeln sich zu diesem hinsenken. Die erste Wirkung dieser allgemeinen Senkung ist die Bildung eines Körpers in diesem Mittelpunkte der Attraktion, welcher sozusagen von einem unendlich kleinen Keime[b]) in schnellen Graden fortwächset, aber in eben der Maße, als diese Masse sich vermehret, auch mit stärkerer Kraft die umgebenden Teile zu seiner Vereinigung beweget. Wenn die Masse dieses Zentralkörpers so weit angewachsen ist, daß die Geschwindigkeit, womit er die Teilchen von großen Entfernungen zu sich zieht, durch die schwachen Grade der Zurückstoßung, womit selbige einander hindern, seitwärts gebeuget in Seitenbewegungen ausschläget, die den Zentralkörper, vermittelst der Zenterfliehkraft, in einem Kreise zu umfassen imstande sein, so erzeugen sich große Wirbel von Teilchen, deren jedes vor sich krumme Linien durch die Zusammensetzung der anziehenden und der seitwärts gelenkten Umwendungskraft beschreibet; welche Arten von Kreisen alle einander durchschneiden, wozu ihnen ihre große Zerstreuung in diesem Raume Platz läßt. Indessen sind diese auf mancherlei Art

a) „schlägt so zuletzt“ Zusatz im Auszug von Gensichen siehe b, S. 62).

b) „anfänglich langsam (durch chemische Anziehung), darauf aber in schnellen Graden (durch die sogenannte Newtonische . . .“ Zusatz Kants, Gensichen a. o. a. O.

untereinander streitende Bewegungen natürlicherweise betrebt, einander zur Gleichheit zu bringen, das ist in einen Zustand, da eine Bewegung der andern so wenig als möglich hinderlich ist. Dieses geschiehet erstlich, indem die Teilchen eines des andern Bewegung so lange einschränken, bis alle nach einer Richtung fortgehen; zweitens, daß die Partikeln ihre Vertikalbewegung, vermittelst der sie sich dem Centro der Attraktion nähern, so lange einschränken, bis sie alle[a]) horizontal, d. i. in parallel laufenden Zirkeln um die Sonne als ihren Mittelpunkt beweget, einander nicht mehr durchkreuzen und durch die Gleichheit der Schwungskraft mit der senkenden sich in freien Zirkelläufen in der Höhe, da sie schweben, immer erhalten; so daß endlich nur diejenige Teilchen in dem Umfange des Raumes schweben bleiben, die durch ihr Fallen eine Geschwindigkeit, und durch die Widerstehung der andern eine Richtung bekommen haben, dadurch sie eine freie Zirkelbewegung fortsetzen können. In diesem Zustande, da alle Teilchen nach einer Richtung und in parallellaufenden Kreisen, nämlich in freien Zirkelbewegungen durch die erlangte Schwungskräfte um den Zentralkörper laufen, ist der Streit und der Zusammenlauf der Elemente gehoben, und alles ist in dem Zustande der kleinsten Wechselwirkung. Dieses ist die natürliche Folge, darein sich allemal eine Materie, die in streitenden Bewegungen begriffen ist, versetzet. Es ist also klar, daß von der zerstreuten Menge der Partikeln eine große Menge durch den Widerstand, dadurch sie einander auf diesen Zustand zu bringen suchen, zu solcher Genauheit der Bestimmungen gelangen muß; obgleich eine noch viel größere Menge dazu nicht gelanget, und nur dazu dienet, den Klumpen des Zentralkörpers zu vermehren, in welchen sie sinken, indem sie sich nicht in der Höhe, darin sie schweben, frei erhalten können, sondern die Kreise der untern durchkreuzen und endlich durch deren Widerstand alle Bewegung verlieren. Dieser Körper in dem Mittelpunkte der Attraktion, der diesem zufolge das Hauptstück des planetischen Gebäudes

a) „gleichsam horizontal“ Zusatz Kants, Gensichen.

durch die Menge seiner versammleten Materie worden ist, ist die Sonne, ob sie gleich diejenige flammende Glut alsdenn noch nicht hat, die nach völlig vollendeter Bildung auf ihrer Oberfläche hervorbricht.

Noch ist zu bemerken: daß, indem also alle Elemente der sich bildenden Natur, wie erwiesen, nach einer Richtung um den Mittelpunkt der Sonne sich bewegen, bei solchen nach einer einzigen Gegend gerichteten Umläufen, die gleichsam auf einer gemeinschaftlichen Achse geschehen, die Drehung der feinen Materie in dieser Art nicht bestehen kann; weil nach den Gesetzen der Zentralbewegung alle Umläufe mit dem Plan ihrer Kreise den Mittelpunkt der Attraktion durchschneiden müssen, unter allen diesen aber um eine gemeinschaftliche Achse nach einer Richtung laufenden Zirkeln nur ein einziger ist, der den Mittelpunkt der Sonne durchschneidet, daher alle Materie von beiden Seiten dieser in Gedanken gezogenen Achse nach demjenigen Zirkel hineilet, der durch die Achse der Drehung gerade in dem Mittelpunkte der gemeinschaftlichen Senkung gehet.[a]) Welcher Zirkel der Plan der Be-

a) Zu dieser Stelle bemerkte Öttingen: „Kants Allgemeine Naturgeschichte usw." in Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften, Leipzig 1898, S. 153. „Der ganze Absatz gehört wohl zu den verworrensten und schlechtest stylisierten der ganzen Abhandlung. Dazu kommt noch, daß in allen späteren Ausgaben die Worte ‚Achse der Drehung' in ‚Drehung der Achse'*) umgeändert worden sind, wodurch die Verwirrung erheblich vermehrt worden ist. Die Stelle ist indes wichtig für das ganze Kantsche System. Darum muß man versuchen, seine Auffassung mit anderen Worten wiederzugeben, mit möglichst engem Anschluß an seine Gedankenreihe. Die von uns veränderten Worte heben wir durch gesperrten Druck hervor: ‚Noch ist zu bemerken, daß indem also alle Elemente der sich bildenden Natur, wie erwiesen, in einem Sinne um die Sonne sich bewegen, bei solchen in einerlei Sinne statthabenden Umläufen die Fortbewegung feiner Materie in dieser Art nicht bestehen kann, weil nach Gesetzen der Zentralbewegung alle Umlaufsebenen den Mittelpunkt der At-

*) z. B. Ausg. v. 1797, dagegen nicht Hartenstein, Kehrbach. Ak. Ausg.

ziehung aller herumschwebenden Elemente ist, um welchen sie sich so sehr als möglich häufen, und dagegen die von dieser Fläche entferneten Gegenden leer lassen; denn diejenigen, welche dieser Fläche, zu welcher sich alles dränget, nicht so nahe kommen können, werden sich in den Örtern, wo sie schweben, nicht immer erhalten können, sondern, indem sie an die herumschwebenden Elemente stoßen, ihren endlichen Fall zu der Sonne veranlassen.

Wenn man also diesen herumschwebenden Grundstoff der Weltmaterie in solchem Zustande, darin er sich selbst durch die Anziehung und durch einen mechanischen Erfolg der allgemeinen Gesetze des Widerstandes versetzet, erwäget, so sehen wir einen Raum, der zwischen zwei nicht weit voneinander abstehenden Flächen, in dessen Mitte der allgemeine Plan der Beziehung sich befindet, begriffen ist, von dem Mittelpunkte der Sonne an in unbekannte Weiten ausgebreitet, in welchem alle begriffene Teilchen, jegliche nach Maßgebung ihrer Höhe und der Attraktion, die daselbst herrschet, abgemessene Zirkelbewegungen in freien Umläufen verrichten, und daher, indem sie bei solcher Verfassung einander so wenig als möglich mehr hindern, darin immer verbleiben würden, wenn die Anziehung dieser Teilchen des Grundstoffes untereinander nicht alsdenn anfinge, seine[a]) Wirkung zu tun und neue Bildungen, die der Same zu Planeten, welche entstehen sollen, sein, dadurch veranlassete. Denn indem die um die Sonne in parallelen Zirkeln bewegte Elemente, in nicht gar zu großem Unterschiede des Abstandes von

traktion durchschneiden müssen; alle um eine gemeinschaftliche Achse gedachten einander parallelen Bahnen liegen in Ebenen, von denen nur eine den Mittelpunkt der Sonne durchschneidet, daher alle Materie von beiden Seiten nach dieser Ebene hineilet, die die Achse der Drehung gerade im Mittelpunkt der Attraktion schneidet.' Und weiter: Diese Ebene ist der Plan der Beziehung aller herumschwebenden Elemente . . . usw." Mögen die Herrn Herausgeber der Umsetzung in Drehung der Achse einen andern Kommentar geben. Der von Kant gedachte „Plan der Beziehung" ist kurz gesagt der Äquator".

a) „ihre"?

der Sonne genommen, durch die Gleichheit der parallelen Bewegung beinahe in respektiver Ruhe gegeneinander sein, so tut die Anziehung der daselbst befindlichen Elemente von übertreffender spezifischer Attraktion sogleich hier eine beträchtliche Wirkung,*) die Sammlung der nächsten Partikeln zur Bildung eines Körpers anzufangen, der, nach dem Maße des Anwuchses seines Klumpens, seine Anziehung weiter ausbreitet und die Elemente aus weitem Umfange zu seiner Zusammensetzung bewegt.

Die Bildung der Planeten in diesem System hat vor einem jeden möglichen Lehrbegriffe dieses voraus: daß der Ursprung der Massen zugleich den Ursprung der Bewegungen und die Stellung der Kreise in ebendemselben Zeitpunkte darstellet; ja, daß sogar die Abweichungen von der größesten Genauheit in diesen Bestimmungen ebensowohl als die Übereinstimmungen selber in einem Anblicke erhellen. Die Planeten bilden sich aus den Teilchen, welche in der Höhe, da sie schweben, genaue Bewegungen zu Zirkelkreisen haben; also werden die aus ihnen zusammengesetzte Massen ebendieselbe Bewegungen in eben dem Grade nach ebenderselben Richtung fortsetzen. Dieses ist genug, um einzusehen, woher die Bewegung der Planeten ohngefähr zirkelförmig, und ihre Kreise auf einer Fläche sein. Sie würden auch ganz genaue

*) Der Anfang der sich bildenden Planeten ist nicht allein in der Newtonischen Anziehung zu suchen. Diese würde bei einem Partikelchen von so ausnehmender Feinigkeit gar zu langsam und schwach sein. Man würde vielmehr sagen, daß in diesem Raume die erste Bildung durch den Zusammenlauf einiger Elemente, die sich durch die gewöhnlichen Gesetze des Zusammenhanges vereinigen, geschehe, bis derjenige Klumpen, der daraus entstanden, nach und nach so weit angewachsen, daß die Newtonische Anziehungskraft an ihm vermögend[a]) geworden, ihn durch seine Wirkung in die Ferne immer mehr zu vergrößern.

a) „vermögend“ wohl im Sinne von merklich zu nehmen. Öttingen a. o. a. O. S. 154.

Zirkel sein,*) wenn die Weite, daraus sie die Elemente zu ihrer Bildung versammlen, sehr klein, und also der Unterschied ihrer Bewegungen sehr gering wäre. Da aber dazu ein weiter Umfang gehöret, aus dem feinen Grundstoffe, der in dem Himmelsraum so sehr zerstreuet ist, einen dichten Klumpen eines Planeten zu bilden, so ist der Unterschied der Entfernungen, die diese Elemente von der Sonne haben, und mithin auch der Unterschied ihrer Geschwindigkeiten nicht mehr geringschätzig; folglich würde nötig sein, daß, um bei diesem Unterschiede der Bewegungen dem Planeten die Gleichheit der Zentralkräfte und die Zirkelgeschwindigkeit zu erhalten, die Teilchen, die aus verschiedenen Höhen mit verschiedenen Bewegungen auf ihm zusammenkommen, eine den Mangel der andern genau ersetzten, welches, ob es gleich in der Tat ziemlich genau geschiehet,**) dennoch, da an dieser vollkommenen Ersetzung etwas fehlet, den Abgang an der Zirkelbewegung und die Exzentrizität nach sich ziehet. Ebenso leicht erhellet, daß, obgleich die Kreise aller Planeten billig auf einer Fläche sein sollten, dennoch auch in diesem Stücke eine kleine Abweichung anzutreffen ist, weil, wie schon erwähnet, die elementarischen Teilchen, da sie sich dem allgemeinen Bestehungsplane a) ihrer Bewegungen so nahe als möglich

*) Diese abgemessene Zirkelbewegung betrifft eigentlich nur die der Sonne nahen Planeten; denn von den großen Entfernungen, da sich die entlegensten Planeten oder auch die Kometen gebildet haben, ist leicht zu vermuten, daß, weil die sinkende Bewegung des Grundstoffs daselbst viel schwächer, die Weitläuftigkeit der Räume, da sie zerstreuet sein, auch größer ist, die Elemente daselbst an und vor sich schon von der zirkelgleichen Bewegung abweichen und dadurch die Ursache der daraus gebildeten Körper sein müssen.

**) Denn die Teilchen von der zur Sonne nähern Gegend, welche eine größere Umlaufsgeschwindigkeit haben als in dem Orte, da sie auf dem Planeten sich versammlen, zur Zirkelbewegung erfordert wird, ersetzen dasjenige, was denen von der Sonne entfernteren Teilchen, die sich ebendemselben Körper einverleiben, an Geschwindigkeit fehlet, um in dem Abstande des Planeten zirkelförmig zu laufen.

a) „Beziehungsplane"?

befinden, dennoch einigen Raum von beiden Seiten desselben einschließen; da es denn ein gar zu glückliches Ohngefähr sein würde, wenn gerade alle Planeten ganz genau in der Mitte zwischen diesen zwei Seiten in der Fläche der Beziehung selber sich zu bilden anfangen sollten, welches denn schon einige Neigung ihrer Kreise gegeneinander veranlasset, obschon die Bestrebung der Partikeln, von beiden Seiten diese Ausweichung so sehr als möglich einzuschränken, ihr nur enge Grenzen zulässet. Man darf sich also nicht wundern, auch hier die größeste Genauheit der Bestimmungen so wenig wie bei allen Dingen der Natur, anzutreffen weil überhaupt die Vielheit der Umstände, die an jeglicher Naturbeschaffenheit Anteil nehmen, eine abgemessene Regelmäßigkeit nicht verstattet.

Zweites Hauptstück.

Von der verschiedenen Dichtigkeit der Planeten und dem Verhältnisse ihrer Massen.

Wir haben gezeiget, daß die Teilchen des elementarischen Grundstoffes, da sie an und vor sich in dem Weltraume gleich ausgeteilet waren, durch ihr Niedersinken zur Sonne in den Orten schweben geblieben, wo ihre im Fallen erlangte Geschwindigkeit gerade die Gleichheit gegen die Anziehung leistete, und ihre Richtung so, wie sie bei der Zirkelbewegung sein soll, senkrecht gegen den Zirkelstrahl gebeuget worden. Wenn wir nun aber Partikeln von unterschiedlicher spezifischer Dichtigkeit in gleichem Abstande von der Sonne gedenken, so dringen die von größerer spezifischen Schwere tiefer durch den Widerstand der andern zur Sonne hindurch und werden nicht sobald von ihrem Wege abgebeuget, als die leichteren; daher ihre Bewegung nur in einer größeren Annäherung zur Sonne zirkelförmicht wird. Dagegen werden die Elemente leichterer Art eher von dem geradlinichten Falle abgebeuget in Zirkelbewegungen ausschlagen, ehe sie so tief zu dem Zentro hindurchgedrungen sein, und

also in größeren Entfernungen schweben bleiben,[a]) auch durch den erfüllten Raum der Elemente nicht so tief hindurchdringen können, ohne daß ihre Bewegung durch dieser ihren Widerstand geschwächet wird, und sie die großen Grade der Geschwindigkeit, die zur Umwendung näher beim Mittelpunkte erfordert werden, nicht erlangen können;[b]) also werden, nach erlangter Gleichheit der Bewegungen, die spezifisch leichtern Partikeln in weitern Entfernungen von der Sonne umlaufen, die schwereren aber in den näheren anzutreffen sein, und die Planeten, die sich aus ihnen bilden, werden daher dichterer Art sein, welche sich näher zur Sonne, als die sich weiter von ihr aus dem Zusammenlaufe dieser Atomen formieren.

Es ist also eine Art eines statischen Gesetzes, welches den Materien des Weltraumes ihre Höhen nach dem verkehrten Verhältnisse der Dichtigkeit bestimmet. Gleichwohl ist es, ebenso leicht zu begreifen: daß nicht eben eine jegliche Höhe nur Partikeln von gleicher spezifischen Dichtigkeit einnehmen müsse. Von denen Teilchen von gewisser spezifischen Gattung bleiben diejenigen in größern Weiten von der Sonne schweben und erlangen die zur beständigen Zirkelbewegung erforderliche Mäßigung ihres Falles in weiterm Abstande, welche von größern Entfernungen zu ihr herabgesunken; dagegen die, deren ursprünglicher Ort bei der allgemeinen Austeilung der Materien im Chaos der Sonne näher war, ungeachtet ihrer nicht größern Dichtigkeit näher zu dieser ihrem[c]) Zirkel des Umlaufs kommen werden. Und da also die Örter der Materien, in Ansehung des Mittelpunkts ihrer Senkung nicht allein durch die spezifische Schwere derselben, sondern auch durch ihre ursprüngliche Plätze bei der ersten Ruhe der Natur bestimmet werden, so ist leicht zu erachten, daß ihrer sehr verschiedene Gattungen in jedem Abstande von der Sonne zusammenkommen werden,

a—b) Diese Stelle lautet bei Gensichen: „weil sie durch den erfüllten Raum der Elemente nicht so tief hindurchdringen dürfen, damit ihre Bewegung, durch diesen ihren Widerstand seitwärts gewandt, die zum freien Umlaufe erforderliche Geschwindigkeit erlange". Änderung Kants.

c) Rahts (Ak. Ausg.) „zu dieser zu ihrem".

um daselbst hängen[a]) zu bleiben, daß überhaupt aber die dichtern Materien häufiger zu dem Mittelpunkte hin, als weiter von ihm ab werden angetroffen werden, und daß also, ungeachtet die Planeten eine Mischung sehr verschiedentlicher Materien sein werden, dennoch überhaupt ihre Massen dichter sein müssen, nach dem Maße, als sie der Sonne näher sein, und minderer Dichtigkeit, nachdem ihr Abstand größer ist.

Unser System zeiget in Ansehung dieses unter den Planeten herrschenden Gesetzes ihrer Dichtigkeiten eine vorzügliche Vollkommenheit von allen denjenigen Begriffen, die man sich von ihrer Ursache gemacht hat, oder noch machen könnte. Newton, der die Dichtigkeit einiger Planeten durch Rechnung bestimmet hatte, glaubte die Ursache ihres, nach dem Abstande eingerichteten Verhältnisses in der Anständigkeit der Wahl Gottes und in den Bewegungsgründen seines Endzwecks zu finden, weil die der Sonne näheren Planeten mehr Hitze von ihr aushalten müssen, und die entferntern mit wenigern Graden der Wärme sich behelfen sollen; welches nicht möglich zu sein scheinet, wenn die der Sonne nahen Planeten nicht dichterer Art, und die entferneteren von leichterer Materie zusammengesetzt wären. Allein die Unzulänglichkeit einer solchen Erklärung einzusehen, erfordert nicht eben viel Nachsinnen. Ein Planet, z. E. unsere Erde, ist aus sehr weit voneinander unterschiedenen Gattungen Materie zusammengesetzt; unter diesen war es nun nötig, daß die leichteren, die durch die gleiche Wirkung der Sonne mehr durchdrungen und bewegt werden, deren Zusammensatz ein Verhältnis zu der Wärme hat, womit ihre Strahlen wirken, auf der Oberfläche ausgebreitet sein mußten; allein daß die Mischung der übrigen Materien im Ganzen des Klumpens diese Beziehung haben müsse, erhellet hieraus gar nicht, weil die Sonne auf das Innere der Planeten gar keine Wirkung tut. Newton befürchtete, wenn die Erde bis zu der Nähe des Merkurs in den Strahlen der Sonne versenket würde, so dürfte sie wie ein Komet brennen, und ihre Materie nicht genugsame Feuerbeständigkeit haben,

a) „schweben“ Kant nach Gensichen.

um durch diese Hitze nicht zerstreuet zu werden. Allein um wieviel mehr müßte der Sonnen eigene Materie selber, welche doch 4mal leichter als die ist, daraus die Erde besteht, von dieser Glut zerstöret werden; oder warum ist der Mond zweimal dichter als die Erde, da er doch mit dieser in ebendemselben Abstande von der Sonne schwebet? Man kann also die proportionierten Dichtigkeiten nicht der Verhältnis zu der Sonnenwärme zuschreiben, ohne sich in die größeste Widersprüche zu verwickeln. Man siehet vielmehr, eine Ursache, die die Örter der Planeten nach der Dichtigkeit ihres Klumpens austeilet, müsse auf das Innere ihrer Materie und nicht auf ihre Oberfläche eine Beziehung gehabt haben; sie müsse, ohnerachtet dieser Folge, die sie bestimmete, doch eine Verschiedenheit der Materie in ebendemselben Himmelskörper verstatten und nur im Ganzen des Zusammensatzes dieses Verhältnis der Dichtigkeit festsetzen; welchem allen ob irgendein anderes statisches Gesetz, als wie das, so in unserer Lehrverfassung vorgetragen wird, ein Gnüge leisten könne, überlasse ich der Einsicht des Lesers, zu urteilen.

Das Verhältnis unter den Dichtigkeiten der Planeten führet noch einen Umstand mit sich, der durch eine völlige Übereinstimmung mit der vorher entworfenen Erklärung die Richtigkeit unseres Lehrbegriffes bewähret. Der Himmelskörper, der in dem Mittelpunkte anderer um ihn laufenden Kugeln stehet, ist gemeiniglich leichterer Art als der Körper, der am nächsten um ihn herumläuft. Die Erde in Ansehung des Mondes und die Sonne in Ansehung der Erde zeigen ein solches Verhältnis ihrer Dichtigkeiten. Nach dem Entwurfe, den wir dargelegt haben, ist eine solche Beschaffenheit notwendig. Denn da die untern Planeten vornehmlich von dem Ausschusse der elementarischen Materien[a]) gebildet worden, welche durch den Vorzug ihrer Dichtigkeit bis zu solcher Nähe zum Mittelpunkte mit dem erforderlichen Grade der Geschwindigkeit haben dringen können; dagegen der Körper in dem Mittelpunkte selber, ohne Unterscheid

a) Materie A.

aus denen Materien aller vorhandenen Gattungen, die ihre gesetzmäßige Bewegungen nicht erlanget haben, zusammen gehäufet worden, unter welchen, da die leichteren Materien den größesten Teil ausmachen, es leicht einzusehen ist, daß, weil der nächste oder die nächsten zu dem Mittelpunkte umlaufenden Himmelskörper gleichsam eine Aussonderung dichterer Sorten, der Zentralkörper aber eine Mischung von allen ohne Unterschied in sich fasset, jenes seine Substanz dichterer Art als dieser sein werde. In der Tat ist auch der Mond 2mal dichter als die Erde, und diese 4mal dichter als die Sonne, welche allem Vermuten nach von den noch tieferen, der Venus und dem Merkur, in noch höheren Graden an Dichtigkeit wird übertroffen werden.

Anjetzo wendet sich unser Augenmerk auf das Verhältnis, welches die Massen der Himmelskörper, nach unserem Lehrbegriff in Vergleichung ihrer Entfernungen haben sollen, um das Resultat unseres Systems an den untrüglichen Rechnungen des Newton zu prüfen. Es bedarf nicht viel Worte, um begreiflich zu machen: daß der Zentralkörper jederzeit das Hauptstück seines Systems, folglich die Sonne auf eine vorzügliche Art an Masse größer als die gesamten Planeten sein müsse; wie denn dieses auch vom Jupiter in Ansehung seiner Nebenplaneten und vom Saturn in Betrachtung der seinigen gelten wird. Der Zentralkörper bildet sich aus dem Niedersatze aller Partikeln aus dem ganzen Umfange seiner Anziehungssphäre, welche die genaueste Bestimmung der Zirkelbewegung und die nahe Beziehung auf die gemeinschaftliche Fläche nicht haben bekommen können, und deren ohne Zweifel eine ungemein größere Menge, als der letzteren sein muß. Um an der Sonne vornehmlich diese Betrachtung anzuwenden: wenn man die Breite des Raumes, um den die in Zirkeln umlaufende Partikeln, welche den Planeten zum Grundstoffe gedienet haben, am weitesten von der gemeinschaftlichen Fläche abgewichen sind, schätzen will, so kann man sie ohngefähr etwas größer, als die Breite der größesten Abweichung der Planetenkreise voneinander annehmen. Nun macht aber, indem sie von der gemeinschaft-

lichen Fläche nach beiden Seiten ausschweifen, ihre größte Neigung gegeneinander kaum $7^1/_2$ Grade aus. Also kann man alle Materie, daraus die Planeten sich gebildet haben, sich als in denjenigen Raum ausgebreitet gewesen vorstellen, der zwischen zwei Flächen von dem Mittelpunkte der Sonne aus begriffen war, die einen Winkel von $7^1/_2$ Grade einschlossen. Nun ist aber eine nach der Richtung des größten Zirkels gehende Zone von $7^1/_2$ Grad Breite etwas mehr als der 17te Teil der Kugelfläche, also der körperliche Raum zwischen den zwo Flächen, die den sphärischen Raum in der Breite obgedachten Winkels ausschneiden, etwas mehr als der 17te Teil des körperlichen Inhaltes der ganzen Sphäre. Also würde dieser Hypothese gemäß alle Materie, die zur Bildung der Planeten angewandt worden, ohngefähr den siebzehnten Teil derjenigen Materie ausmachen, die die Sonne aus eben der Weite, als der äußerste Planet stehet, von beiden Seiten zu ihrer Zusammensetzung gesammlet hat. Allein dieser Zentralkörper hat einen Vorzug des Klumpens vor dem gesamten Inhalte aller Planeten, der nicht zu diesem wie 17 : 1, sondern wie 650 zu 1 ist, wie die Ausrechnung des Newton es bestimmet; aber es ist auch leicht einzusehen, daß in den obern Räumen über dem Saturn, wo die planetischen Bildungen entweder aufhören oder doch[a]) selten sein, wo nur einige wenige kometische Körper sich gebildet haben, und wo vornehmlich die Bewegungen des Grundstoffes, indem sie daselbst nicht geschickt sein, zu der gesetzmäßigen Gleichheit der Zentralkräfte zu gelangen als in der nahen Gegend zum Zentro, nur in eine fast allgemeine Senkung zum Mittelpunkte[b]) ausschlagen und die Sonne mit aller Materie aus so weit ausgedehnten Räumen vermehren, daß, sage ich, aus diesen Ursachen der Sonnenklumpen die so vorzügliche Größe der Masse erlangen müsse.

Um aber die Planeten in Ansehung ihrer Massen

a) „im Verhältnis auf die Größe der Räume". Zusatz Kants n. Gensichen.

b) „oder wie bei den Kometen in eine derselben nahe Bewegung". Zusatz Kants n. Gensichen.

untereinander zu vergleichen, so bemerken wir erstlich, daß nach der angezeigten Bildungsart die Quantität der Materie, die in den Zusammensatz eines Planeten kommt, auf die Weite seiner Entfernung von der Sonne vornehmlich ankomme; 1. darum, weil die Sonne durch ihre Anziehung die Sphäre der Attraktion eines Planeten einschränkt, aber bei gleichen Umständen der entfernteren ihre nicht so enge einschränkt, als der nahen, 2. weil die Zirkel, aus denen alle Teilchen zusammengekommen sein, einen entfernteren[a]) Planeten auszumachen, mit größerem Radius beschrieben werden, also mehr Grundstoff, als die kleinern Zirkel in sich fassen, 3. weil aus eben dem letzten Grunde die Breite zwischen den zwei Flächen der größesten Abweichung, bei gleicher Anzahl Grade, in großen Höhen größer als in kleinen ist. Dagegen wird dieser Vorzug der entfernteren Planeten vor den niedrigern zwar dadurch eingeschränkt, daß die Partikeln näher zur Sonne dichterer Art, und allem Ansehen nach auch weniger zerstreuet, als in größerem Abstande sein werden; allein man kann leicht ermessen, daß die ersteren Vorteile zu Bildung großer Massen, die letztern Einschränkungen dennoch weit übertreffen, und überhaupt die Planeten, die sich in weitem Abstande von der Sonne bilden, größere Massen, als die nahen bekommen müssen. Dieses geschiehet also, insoferne man sich die Bildung eines Planeten nur als in Gegenwart der Sonne vorstellet; allein wenn man mehrere Planeten in unterschiedlichem Abstande sich bilden läßt, so wird einer den Umfang der Attraktion des andern durch seine Anziehungssphäre einschränken, und dieses bringt eine Ausnahme von dem vorigen Gesetze zuwege. Denn derjenige Planet, welcher einem andern von ausnehmender Masse nahe ist, wird sehr viel von der Sphäre seiner Bildung verlieren und dadurch ungleich kleiner werden, als das Verhältnis seines Abstandes von der Sonne allein es erheischet. Obgleich also im Ganzen die Planeten von größerer Masse sein, nachdem sie weiter von der Sonne entfernt sind, wie denn über-

a) „entfernteren“ Zusatz n. Gensichen.

haupt Saturn und Jupiter, als die zwei Hauptstücke unseres Systems, darum die größesten sein, weil sie von der Sonne am weitesten entfernet sind, so finden sich dennoch Abweichungen von dieser Analogie, in denen aber jederzeit das Merkmal der allgemeinen Bildung hervorleuchtet, die wir von den Himmelskörpern behaupten: daß nämlich ein Planet von ausnehmender Größe die nächsten von beiden Seiten der ihnen wegen ihrer Sonnenweite gebührenden Masse beraubet, indem er einen Teil der Materien sich zueignet, die zu jener ihrer Bildung kommen sollten. In der Tat hat Mars, der vermöge seines Ortes größer als die Erde sein sollte, durch die Anziehungskraft des ihm nahen so großen Jupiters an seiner Masse eingebüßet; und Saturn selber, ob er gleich durch seine Höhe einen Vorzug über den Mars hat, ist dennoch nicht gänzlich befreiet gewesen, durch Jupiters Anziehung eine beträchtliche Einbuße zu erleiden, und mich dünkt, Merkur habe die ausnehmende Kleinigkeit seiner Masse nicht allein der Anziehung der ihm so nahen mächtigen Sonne, sondern auch der Nachbarschaft der Venus zu verdanken, welche, wenn man ihre mutmaßliche Dichtigkeit mit ihrer Größe vergleicht, ein Planet von beträchtlicher Masse sein muß.

Indem nun alles so vortrefflich, als man es nur wünschen mag, zusammenstimmet, die Zulänglichkeit einer mechanischen Lehrverfassung bei dem Ursprunge des Weltbaues und der Himmelskörper zu bestätigen, so wollen wir, indem wir den Raum schätzen, darin der Grundstoff der Planeten vor ihrer Bildung ausgebreitet gewesen, erwägen, in welchem Grade der Dünnigkeit dieser Mittelraum damals erfüllet gewesen, und mit was vor Freiheit, oder wie wenigen Hindernissen die herumschwebenden Partikeln ihre gesetzmäßige Bewegungen darin haben anstellen können. Wenn der Raum, der alle Materie der Planeten in sich begriff, in demjenigen Teile der Saturnischen Sphäre enthalten war, der von dem Mittelpunkte der Sonne aus, zwischen zwei um 7[a]) Grade weit in allen Höhen voneinander abstehenden Flächen begriffen, und

a) „zwei und 7“. Hartenstein.

daher der siebenzehnte Teil der ganzen Sphäre war, die man mit dem Radius der Höhe des Saturns beschreiben kann, so wollen wir, um die Veränderung des planetischen Grundstoffs, da er diesen Raum erfüllete, auszurechnen, nur die Höhe des Saturns 100 000 Erddiameter ansetzen; so wird die ganze Sphäre des Saturnischen Kreises den Raumesinhalt der Erdkugel 1000 Billionen mal[a]) übertreffen; davon, wenn wir anstatt des siebenzehnten Teiles auch nur den zwanzigsten nehmen, der Raum, darin der elementarische Grundstoff schwebete, den Raumesinhalt der Erdkugel dennoch 50 Billionen[a]) mal übertreffen muß. Wenn man nun die Masse aller Planeten mit ihren Begleitern $^1/_{650}$ des Sonnenklumpens nach dem Newton ansetzet, so wird die Erde, die nur $^1/_{169282}$ derselben ist, sich zu der gesamten Masse aller planetischen Materie wie 1 zu $276^1/_2$[b]) verhalten; und wenn man daher alle diese Materie zu gleicher spezifischen Dichtigkeit mit der Erde brächte, würde daraus ein Körper entstehen, der $277^1/_2$mal größern Raum als die Erde einnähme. Wenn wir daher die Dichtigkeit der Erde in ihrem ganzen Klumpen nicht viel größer als die Dichtigkeit der festen Materie, die man unter der obersten Fläche derselben antrifft, annehmen, wie es denn die Eigenschaften der Figur der Erde nicht anders erfordern, und diese obere Materien ohngefähr 4- oder 5mal dichter als das Wasser, das Wasser aber 1000mal schwerer als die Luft ansetzen, so würde die Materie aller Planeten, wenn sie zu der Dünnigkeit der Luft ausgedehnet würden, einen fast 14mal hunderttausendmal größern Raum als die Erdkugel einnehmen. Dieser Raum mit dem Raume, in welchem nach unserer Voraussetzung alle Materie der Planeten ausgebreitet war, verglichen, ist dreißig Millionenmal kleiner als derselbe; also macht auch die Zerstreuung der planetischen Materie in diesem Raume eine ebenso vielmal größere Verdünnung aus, als die die Teilchen unserer Atmosphäre haben. In der Tat, diese Größe

a) „Bimillionen“ A. Rahts Akademieausg. berichtigt 8000 Millionen mal.

b) Rahts Akad. berichtigt: wie $1 : 260^1/_2$.

der Zerstreuung, so unglaublich sie auch scheinen mag, war dennoch weder unnötig, noch unnatürlich. Sie mußte so groß als möglich sein, um den schwebenden Partikeln alle Freiheit der Bewegung, fast so, als in einem leeren Raume, zu verstatten, und den Widerstand unendlich zu verringern, den sie einander leisten können; sie konnten aber auch von selber einen solchen Zustand der Verdünnung annehmen, woran man nicht zweifeln darf, wenn man ein wenig die Ausbreitung kennet, die die Materie leidet, wenn sie in Dünste verwandelt ist; oder wenn man, um bei dem Himmel zu bleiben, die Verdünnung der Materie in den Schweifen der Kometen erwäget, die bei einer so unerhörten Dicke ihres Durchschnittes, der den Durchmesser der Erde wohl hundertmal übertrifft, dennoch so durchscheinend sind, daß die kleinen Sterne dadurch können gesehen werden; welches unsere Luft, wenn sie von der Sonne erleuchtet wird, in einer Höhe, die viel tausendmal kleiner ist, nicht verstattet.

Ich beschließe dieses Hauptstück, indem ich eine Analogie hinzufüge, die an und vor sich allein gegenwärtige Theorie von der mechanischen Bildung der Himmelskörper, über die Wahrscheinlichkeit der Hypothese, zu einer förmlichen Gewißheit erheben kann. Wenn die Sonne aus den Partikeln desselben Grundstoffes, daraus die Planeten sich gebildet haben, zusammengesetzt ist, und wenn nur darin allein der Unterschied bestehet, daß in der ersteren die Materien aller Gattungen ohne Unterschied gehäufet, bei diesen aber in verschiedenen Entfernungen, nach Beschaffenheit der Dichtigkeit ihrer Sorten[a]) verteilet worden, so wird, wenn man die Materie aller Planeten zusammen vereinigt betrachtet, in ihrer ganzen Vermischung eine Dichtigkeit herauskommen müssen, die der Dichtigkeit des Sonnenkörpers beinahe gleich ist. Nun findet diese nötige Folgerung unseres Systems eine glückliche Bestätigung in der Vergleichung, die der Herr von Buffon, dieser so würdig berühmte Philosoph, zwischen den Dichtigkeiten der gesamten

a) „durch ihre eigenen Anziehungskräfte“ Zusatz Kants n. Gensichen.

planetischen Materie und der Sonnen ihren[a]) angestellet hat; er fand eine Ähnlichkeit zwischen beiden, wie zwischen 640 und 650. Wenn ungekünstelte und notwendige Folgerungen aus einer Lehrverfassung in den wirklichen Verhältnissen der Natur so glückliche Bestätigungen antreffen, kann man denn wohl glauben, daß ein bloßes Ungefähr diese Übereinstimmung zwischen der Theorie und der Beobachtung veranlasse?

Drittes Hauptstück.

Von der Exzentrizität der Planetenkreise und dem Ursprunge der Kometen.

Man kann aus den Kometen nicht eine besondere Gattung von Himmelskörpern machen, die sich von dem Geschlechte der Planeten gänzlich unterschiede. Die Natur wirket hier, wie anderwärts, durch unmerkliche Abfälle, und indem sie alle Stufen der Veränderungen durchgehet, hänget sie vermittelst einer Kette von Zwischengliedern die entferneten Eigenschaften mit den nahen zusammen. Die Exzentrizität ist bei den Planeten eine Folge des Mangelhaften in derjenigen Bestrebung, dadurch die Natur trachtet, die planetischen Bewegungen gerade zirkelgleich zu machen, welches sie aber, wegen Dazwischenkunft von mancherlei Umständen, niemals völlig erlangen kann, aber doch in größeren Weiten mehr, als in nahen, davon abweichet.

Diese Bestimmung führet durch eine beständige Leiter, vermittelst aller möglichen Stufen der Exzentrizität, von den Planeten endlich bis zu den Kometen; und obzwar dieser Zusammenhang bei dem Saturn durch eine große Kluft scheinet abgeschnitten zu sein, die das kometische Geschlecht von den Planeten völlig absondert, so haben wir doch in dem ersten Teile angemerket, daß es vermutlich über dem Saturn noch andere Planeten geben mag, die durch eine größere

a) „ihre“ A., Rahts „ihrer“ Akad. Ausg.

Abweichung von der Zirkelrundung der Kreise dem Laufe der Kometen näher treten, und daß es nur an dem Mangel der Beobachtung, oder auch an der Schwierigkeit derselben liegt, daß diese Verwandtschaft dem Auge nicht ebenso sichtbar als dem Verstande vorlängst dargestellet worden.

Wir haben schon eine Ursache in dem ersten Hauptstücke dieses Teils angeführet, welche die Laufbahn eines Himmelskörpers exzentrisch machen kann, der sich aus dem herumschwebenden Grundstoffe bildet, wenn man gleich annimmt, daß dieser in allen seinen Örtern gerade zur Zirkelbewegung abgewogene Kräfte besitze. Denn weil der Planet sie aus weit voneinander abstehenden Höhen sammlet, wo die Geschwindigkeiten der Zirkelläufe unterschieden sein, so kommen sie mit verschiedenen ihnen beiwohnenden Graden der Umlaufsbewegung auf ihm zusammen, welche von dem Maße der Geschwindigkeit, die dem Abstande des Planeten gebühret, abweichen, und diesem dadurch insoferne eine Exzentrizität zuziehen, als diese verschiedentliche Eindrücke der Partikeln ermangeln, eine der andern Abweichung völlig zu ersetzen.

Wenn die Exzentrizität keine andere Ursache hätte, so würde sie allenthalben gemäßigt sein; sie würde auch bei denen kleinen und weit von der Sonne entferneten Planeten geringer, als bei den nahen und großen sein; wenn man nämlich voraussetzte, daß die Partikeln des Grundstoffes wirklich vorher genaue Zirkelbewegungen gehabt hätten. Da nun diese Bestimmungen mit der Beobachtung nicht übereinstimmen, indem, wie schon angemerkt, die Exzentrizität mit der Sonnenweite zunimmt, und die Kleinigkeit der Massen vielmehr eine Ausnahme, zu Vermehrung der Exzentrizität, zu machen scheinet, wie wir am Mars sehen, so sind wir genötiget, die Hypothese von der genauen Zirkelbewegung der Partikeln des Grundstoffes dahin einzuschränken, daß wir[a]) sie in den der Sonne nahen Gegenden zwar dieser Genauheit der Bestimmung sehr nahe beikommen, aber sie doch desto weiter

a) „wie“ korr. G. Gerland, siehe Kantstudien Bd. X., S. 432.

davon abweichen lassen, je entfernter diese elementarische Teilchen von der Sonne geschwebet haben. Eine solche Mäßigung des Grundsatzes von der freien zirkelgleichen Bewegung des Grundstoffes ist der Natur gemäßer. Denn ungeachtet der Dünnigkeit des Raumes, die ihnen Freiheit zu lassen scheinet, sich einander auf den Punkt der völlig abgewogenen Gleichheit der Zentralkräfte einzuschränken, so sind die Ursachen dennoch nicht minder beträchtlich, diesen Zweck der Natur an seiner Vollführung zu verhindern. Je weiter die ausgebreiteten Teile des Urstoffs von der Sonne entfernet sind, desto schwächer ist die Kraft, die sie zum Sinken bringt; der Widerstand der untern Teile, der[a]) ihren Fall seitwärts beugen und ihn nötigen soll, seine Richtung senkrecht von dem Zirkelstrahl anzustellen, vermindert sich nach dem Maße, als diese unter ihm wegsinken, um entweder der Sonne sich einzuverleiben, oder in näheren Gegenden Umläufe anzustellen. Die spezifisch[b]) vorzügliche Leichtigkeit dieser höheren Materie verstattet ihnen nicht, die sinkende Bewegung, die der Grund von allem ist, mit dem Nachdrucke, welcher erfordert wird, um die widerstehende Partikeln zum Weichen zu bringen, anzustellen; und vielleicht, daß diese entfernete Partikeln einander noch einschränken, um nach einer langen Periode diese Gleichförmigkeit endlich zu überkommen, so haben sich unter ihnen schon kleine Massen gebildet, als Anfänge zu so viel Himmelskörpern, welche, indem sie sich aus schwach bewegtem Stoffe sammeln, eine nur[c]) exzentrische Bewegung haben, womit sie zur Sonne sinken, und unter Wegen mehr und mehr durch die Einverleibung schneller bewegten Teile vom senkrechten Falle abgebeugt werden, endlich aber doch Kometen bleiben, wenn jene Räume, in denen sie sich gebildet haben, durch Niedersinken zur Sonne, oder durch Versammlung in besondern Klumpen gereiniget und leer geworden. Dieses ist die Ursache der mit

a) „die“ A. korr. Hartenstein.
b) Gerland a. o. a. O. „spezifische“?
c) Hartenstein, Kirchmann, Kehrbach „mehr excentrische“.

den Entfernungen von der Sonne zunehmenden Exzentrizitäten der Planeten und derjenigen Himmelskörper, die um deswillen Kometen genannt werden, weil sie in dieser Eigenschaft die erstere[a]) vorzüglich übertreffen. Es sind zwar noch zwei Ausnahmen, die das Gesetz von der mit dem Abstande von der Sonne zunehmenden Exzentrizität unterbrechen, die man an den beiden kleinesten Planeten unseres Systems, an Mars und Merkur wahrnimmt; allein an dem ersteren ist vermutlich die Nachbarschaft des so großen Jupiters Ursache, der, indem er durch seine Anziehung auf seiner Seite den Mars der Partikeln zur Bildung beraubet, ihm vornehmlich nur Platz lässet, gegen die Sonne sich auszubreiten, dadurch eine Überwucht der Zentralkraft und Exzentrizität zuziehet. Was aber den Merkur, den untersten, aber auch am meisten exzentrischen unter den Planeten betrifft, so ist leicht zu erachten, daß, weil die Sonne in ihrer Achsendrehung der Geschwindigkeit des Merkurs noch lange nicht gleichkommt, der Widerstand, den sie der Materie des sie umgebenden Raumes tut, nicht allein die nächsten Teilchen ihrer Zentralbewegung berauben werde, sondern auch leichtlich diese Widerstrebung bis zum Merkur ausbreiten könne, und dessen Umschwungsgeschwindigkeit dadurch beträchtlich werde vermindert haben.

Die Exzentrizität ist das vornehmste Unterscheidungszeichen der Kometen. Ihre Atmosphären und Schweife, welche, bei ihrer großen Annäherung zur Sonne, durch die Hitze sich verbreiten, sind nur Folgen von dem erstern, ob sie gleich zu den Zeiten der Unwissenheit gedienet haben, als ungewohnte Schreckbilder dem Pöbel eingebildete Schicksale zu verkündigen. Die Astronomen, welche mehr Aufmerksamkeit auf die Bewegungsgesetze, als auf die Seltsamkeit der Gestalt bezeigen, bemerken eine zweite Eigenschaft, die das Geschlecht der Kometen von den Planeten unterscheidet, nämlich daß sie sich nicht, wie diese, an die Zone des Tierkreises binden, sondern frei in allen Gegenden des Himmels ihre Umläufe

a) „ersteren“? Gerland.

anstellen. Diese Besonderheit hat einerlei Ursache mit der Exzentrizität. Wenn die Planeten darum ihre Kreise in dem engen Bezirke des Zodiakus eingeschlossen haben, weil die elementarische Materie nahe um die Sonne Zirkelbewegungen bekommet, die bei jedem Umschwunge den Plan der Beziehung zu durchkreuzen bemühet sein, und den einmal gebildeten Körper von dieser Fläche, dahin sich alle Materie von beiden Seiten dränget, nicht abweichen lassen; so muß der Grundstoff der weit von dem Mittelpunkte entlegenen Räume, welcher durch die Attraktion schwach bewegt, zu dem freien Zirkelumschwunge nicht gelangen kann, eben aus dieser Ursache, die die Exzentrizität hervorbringt, nicht vermögend sein, sich in dieser Höhe zu dem Plane der Beziehung aller planetischen Bewegungen zu häufen, um die daselbst gebildete Körper vornehmlich in diesem Gleise zu erhalten; vielmehr wird der zerstreuete Grundstoff, da er keine Einschränkung auf eine besondere Gegend, so wie bei den untern Planeten hat, sich gleich leicht auf einer Seite sowohl, als auf der andern, und weit von dem Beziehungsplane ebenso häufig als nahe bei demselben zu Himmelskörpern bilden. Daher werden die Kometen mit aller Ungebundenheit aus allen Gegenden zu uns herab kommen; aber doch diejenige, deren erster Bildungsplatz nicht weit über der Planeten Kreise erhaben ist, werden weniger Abweichung von den Schranken ihrer Laufbahne ebensowohl, als weniger Exzentrizität beweisen. Mit den Entfernungen von dem Mittelpunkte des Systems nimmt diese gesetzlose Freiheit der Kometen, in Ansehung ihrer Abweichungen, zu und verlieret sich in der Tiefe des Himmels in einen gänzlichen Mangel der Umwendung, der die äußeren sich bildenden Körper ihrem Falle zur Sonne frei überläßt und der systematischen Verfassung die letzten Grenzen setzet.

Ich setze bei diesem Entwurfe der kometischen Bewegungen voraus, daß, in Ansehung ihrer Richtung, sie selbige größtenteils mit der Planeten ihrer gemein haben werden. Bei denen nahen Kometen scheinet mir dieses ungezweifelt zu sein, und diese Gleichförmigkeit kann sich auch nicht eher in der

Tiefe des Himmels verlieren, als da, wo der elementarische Grundstoff in der größten Mattigkeit der Bewegung die etwa durch das Niedersinken entstehende Drehung nach allerlei Gegenden anstellet, weil die Zeit, die erfordert wird, durch die Gemeinschaft der untern Bewegungen, sie in der Richtung einstimmig zu machen, wegen der Weite der Entfernung zu lang ist, als daß sie indessen, daß die Bildung der Natur in der niederen Gegend verrichtet wird, sich bis dahin erstrecken könne. Es werden also vielleicht Kometen sein, die ihren Umlauf nach der entgegengesetzten Seite, nämlich von Morgen gegen Abend, anstellen werden; ob ich gleich aus Ursachen, die ich allhier anzuführen Bedenken trage, mich beinahe überreden möchte, daß von den 19 Kometen, an denen man diese Besonderheit bemerket hat, bei einigen vielleicht ein optischer Schein Anlaß dazu gegeben haben möchte.

Ich muß von den Massen der Kometen und von der Dichtigkeit ihres Stoffes noch etwas anmerken. Von Rechts wegen sollten in den obern Gegenden der Bildung dieser Himmelskörper, aus denen im vorigen Hauptstücke angeführten Gründen, sich immer nach dem Maße, als die Entfernung zunimmt, desto größere Massen bilden. Und es ist auch zu glauben, daß einige Kometen größer sein als Saturn und Jupiter; allein es ist eben nicht zu glauben, daß diese Größe der Massen so immer zunimmt. Die Zerstreuung des Grundstoffes, die spezifische Leichtigkeit ihrer Partikeln machen die Bildung in der abgelegensten Gegend des Weltraums langsam; die unbestimmte Verbreitung desselben, in dem ganzen unermeßlichen Umfange dieser Weite, ohne eine Bestimmung, sich gegen eine gewisse Fläche zu häufen, verstatten[a]), anstatt einer einzigen beträchtlichen Bildung, viele kleinere, und der Mangel der Zentralkraft ziehet den größten Teil der Partikeln zu der Sonne herab, ohne sich in Massen versammlet zu haben.

Die spezifische Dichtigkeit des Stoffes, woraus die Kometen entstehen, ist von mehrerer Merkwürdigkeit, als die Größe ihrer Massen. Vermutlich, da sie in

a) „verstattet?“

der obersten Gegend des Weltgebäudes sich bilden, sind die Teilchen ihres Zusammensatzes von der leichtesten Gattung, und man darf nicht zweifeln, daß dieses die vornehmste Ursache der Dunstkugeln und der Schweife sei[a]), womit sie sich vor andern Himmelskörpern kenntlich machen. Man kann der Wirkung der Sonnenhitze diese Zerstreuung der kometischen Materie in einen Dunst nicht hauptsächlich beimessen; einige Kometen erreichen in ihrer Sonnennähe kaum die Tiefe des Erdzirkels; viele bleiben zwischen dem Kreise der Erde und der Venus und kehren sodann zurück. Wenn ein so gemäßigter Grad Hitze die Materien auf der Oberfläche dieser Körper dermaßen auflöset und verdünnet, so müssen sie aus[b]) dem leichtesten Stoffe bestehen, der durch die Wärme mehr Verdünnung als irgendeine Materie in der ganzen Natur leidet.

Man kann auch diese, von dem Kometen so häufig aufsteigende Dünste der Hitze nicht beimessen, die sein Körper von der etwa ehemaligen Sonnennähe übrig behalten hat; denn es ist zwar zu vermuten, daß ein Komet zur Zeit seiner Bildung etliche Umläufe mit größerer Exzentrizität zurückgeleget hat und diese nur nach und nach vermindert worden; allein die andern Planeten, von denen man ebendasselbe vermuten könnte, zeigen dieses Phänomenon nicht. Indessen würden sie es an sich zeigen, wenn die Sorten der leichtesten Materie, die in dem Zusammensatze des Planeten begriffen sein, ebenso häufig als bei den Kometen vorhanden wären.

Die Erde hat etwas an sich, was man mit der Ausbreitung der kometischen Dünste und ihren Schweifen vergleichen kann.*) Die feinsten Partikeln, die die Sonnenwirkung aus ihrer Oberfläche ziehet, häufen sich um einen von denen Polen, wenn die Sonne den halben Zirkel ihres Laufes auf der entgegengesetzten Halbkugel verrichtet. Die feinsten und wirksamsten Teilchen, die in dem brennenden Erdgürtel aufsteigen, nachdem sie eine gewisse Höhe der Atmosphäre er-

*) Dieses sind die Nordlichter.

a) „sein“ A.
b) „sie nicht aus“ A.

reichet haben, werden durch die Wirkung der Sonnenstrahlen genötiget, in diejenige Gegenden zu weichen und sich zu häufen, die alsdenn von der Sonne abgewandt und in einer langen Nacht begraben sind, und vergüten den Bewohnern der Eiszone die Abwesenheit des großen Lichtes, welches ihnen auch in dieser Entfernung die Wirkungen seiner[a]) Wärme zuschicket. Ebendieselbe Kraft der Sonnenstrahlen, welche die Nordlichter macht, würde einen Dunstkreis mit einem Schweife hervorbringen, wenn die feinsten und flüchtigen Partikeln auf der Erde ebenso häufig als auf den Kometen anzutreffen wären.

Viertes Hauptstück.

Von dem Ursprunge der Monde und den Bewegungen der Planeten um ihre Achse.

Die Bestrebung eines Planeten, aus dem Umfange der elementarischen Materie sich zu bilden, ist zugleich die Ursache seiner Achsendrehung und erzeuget die Monde, die um ihn laufen sollen. Was die Sonne mit ihren Planeten im Großen ist, das stellet ein Planet, der eine weit ausgedehnte Anziehungssphäre hat, im Kleinern vor, nämlich das Hauptstück eines Systems, dessen Teile durch die Attraktion des Zentralkörpers in Bewegung gesetzet worden. Der sich bildende Planet, indem er die Partikeln des Grundstoffs aus dem ganzen Umfange zu seiner Bildung bewegt, wird aus allen diesen sinkenden Bewegungen vermittelst ihrer Wechselwirkung Kreisbewegungen, und zwar endlich solche erzeugen, die in eine gemeinschaftliche Richtung ausschlagen, und deren ein Teil die gehörige Mäßigung des freien Zirkellaufes bekommen und in dieser Einschränkung sich einer gemeinschaftlichen Fläche nahe befinden werden. In diesem Raume werden, so wie um die Sonne die Hauptplaneten, also auch um diese sich die Monde bilden, wenn die Weite der Attraktion solcher Himmelskörper günstige Umstände zu ihrer Erzeugung darreichet. Was übrigens

a) „ihrer“ A. korr. Akad. Ausg.

in Ansehung des Ursprunges des Sonnensystems gesagt worden, dasselbe läßt sich auf das System des Jupiters und des Saturns mit genugsamer Gleichheit anwenden. Die Monde werden alle nach einer Seite und beinahe auf einer Fläche die Kreise ihres Umschwunges gerichtet haben, und dieses zwar aus den gleichen Ursachen, die diese Analogie im Großen bestimmen. Aber warum bewegen sich diese Begleiter in ihrer gemeinschaftlichen Richtung vielmehr nach der Seite, nach der die Planeten laufen, als nach einer jeden andern? Ihre Umläufe werden ja durch die Kreisbewegungen nicht erzeuget, sie erkennen lediglich die Attraktion des Hauptplaneten zur Ursache, und in Ansehung dieser sind alle Richtungen gleichgültig; ein bloßes Ungefähr wird diejenige unter allen möglichen entscheiden, nach der die sinkende Bewegung des Stoffes in Kreise ausschlägt. In der Tat tut der Zirkellauf des Hauptplaneten nichts dazu, dem Stoffe, aus dem sich um ihn die Monde bilden sollen, Umwälzungen um diesen einzudrücken; alle Partikeln um den Planeten bewegen sich in gleicher Bewegung mit ihm um die Sonne und sind also in respektiver Ruhe gegen denselben. Die Attraktion des Planeten tut alles allein.*) Allein die Kreisbewegung, die aus ihr

*) Hierzu Rahts Ak. Ausg. S. 551: „Diese Stelle, an welcher Kant in kurzen Worten eine Erklärung für die Richtung der Mondbewegung und die Rotation des Planeten um seine Achse zu geben sucht, ist vielfach als unklar und unrichtig bezeichnet worden. (Vgl. Zöllner: Photometrische Untersuchungen, 1865 S. 225; Faye: Sur l'origine du monde, 1884 p. 138; C. Wolf: Les hypothèses cosmogoniques, Paris 1886 p. 12 und Eberhard: Die Kosmogonie von Kant, 1893 S. XII.) Sowohl Zöllner als Faye folgern aus der Kantischen Theorie eine retrograde, also der Beobachtung widersprechende Bewegung der Monde, aber ihre Ableitung der Mondbewegung ist wesentlich verschieden von der Kantischen. Sie nehmen an, daß die Bewegungen der den Planeten folgenden Partikeln lediglich durch die Anziehungskraft der Sonne bestimmt werden, während Kant die Attraktion des sich bildenden Planeten mit hinzuzieht. Wirkte nur die Sonne auf die Teilchen, welche dem Planeten folgen, so würden die dem Zentralkörper näheren in schnellerem Schwunge an dem Planeten vorübereilen und, von diesem

entstehen soll, weil sie in Ansehung aller Richtungen an und vor sich gleichgültig ist, bedarf nur einer kleinen äußerlichen Bestimmung, um nach einer Seite vielmehr, als nach der andern auszuschlagen; und diesen kleinen Grad der Lenkung bekommt sie von der Vorrückung der elementarischen Partikeln, welche zugleich mit um die Sonne, aber mit mehr Geschwindigkeit, laufen und in die Sphäre der Attraktion des Planeten kommen. Denn diese nötiget die zur Sonne nähere Teilchen, die mit schnellerem Schwunge umlaufen, schon von weitem die Richtung ihres Gleises zu verlassen und in einer ablangen Ausschweifung sich über den Planeten zu erheben. Diese, weil sie einen größern Grad der Geschwindigkeit, als der Planet selber, haben, wenn sie durch dessen Anziehung zum Sinken gebracht werden, geben ihrem geradlinichten Falle und auch dem Falle der übrigen eine Abbeugung von Abend gegen Morgen, und es bedarf nur dieser geringen Lenkung, um zu verursachen, daß die Kreisbewegung, dahin der Fall, den die Attraktion erregt, ausschlägt, vielmehr diese, als eine jede andere Rich-

angezogen, in der Tat eine retrograde Umlaufsbewegung erhalten. Weil aber nach Kant der Planet schon in einiger Entfernung auf die heraneilenden Teilchen wirkt, so wird deren Geschwindigkeit vermehrt und ihre Bahn geändert; die Teilchen werden infolge der Beschleunigung ihrer Geschwindigkeit sich von der Sonne entfernen und so hinter den Planeten kommen. Das ist die Kantische Vorstellung. Dieselbe läßt sich auch auf die Teilchen übertragen, welche ursprünglich in etwas größerem Kreise dem Planeten vorausgehen und von ihm eingeholt werden. Durch die Attraktion des Planeten wird ihre Geschwindigkeit verringert, sie werden sich nicht mehr auf der durch die frühere Schnelligkeit bedingten Höhe erhalten können, sondern zur Sonne sinken und so unter den Planeten gelangen. Durch die Mitwirkung des sich bildenden Planeten werden die Verhältnisse gewissermaßen umgekehrt: Diejenigen Partikel, welche dem Planeten folgen und ohne seine Anziehung unter ihm vorbeieilen würden, werden durch ihn emporgehoben, und diejenigen Teilchen, welche dem Planeten vorausgehen, werden durch ihn heruntergezogen und laufen unter ihm hinweg. Damit wandelt sich die retrograde Bewegung in die von Kant behauptete direkte um.

tung nehme. Aus diesem Grunde werden alle Monde in ihrer Richtung mit der Richtung des Umlaufs der Hauptplaneten übereinstimmen. Aber auch die Fläche ihrer Bahn kann nicht weit von dem Plane der Planetenkreise abweichen, weil die Materie, daraus sie sich bilden, aus eben dem Grunde, den wir von der Richtung überhaupt angeführet haben, auch auf diese genaueste Bestimmung derselben, nämlich die Übereintreffung mit der Fläche der Hauptkreise gelenket wird.

Man siehet aus allem diesen klärlich, welches die Umstände sein, unter welchen ein Planet Trabanten bekommen könne. Die Anziehungskraft desselben muß groß, und folglich die Weite seiner Wirkungssphäre weit ausgedehnt sein, damit sowohl die Teilchen durch einen hohen Fall zum Planeten bewegt, ohnerachtet dessen, was der Widerstand aufhebet, dennoch hinlängliche Geschwindigkeit zum freien Umschwunge erlangen können, als auch genugsamer Stoff zu Bildung der Monde in diesem Bezirke vorhanden sei, welches bei einer geringen Attraktion nicht geschehen kann. Daher sind nur die Planeten von großen Massen und weiter Entfernung mit Begleitern begabt. Jupiter und Saturn, die 2 größten und auch entfernetesten unter den Planeten, haben die meisten Monde. Der Erde, die viel kleiner als jene ist, ist nur einer zuteil worden; und Mars, welchem wegen seines Abstandes auch einiger Anteil an diesem Vorzuge gebührete, gehet leer aus, weil seine Masse so gering ist.

Man nimmt mit Vergnügen wahr, wie dieselbe Anziehung des Planeten, die den Stoff zur Bildung der Monde herbeischaffte und zugleich derselben Bewegung bestimmete, sich bis auf seinen eigenen Körper erstreckt und dieser sich selber durch ebendieselbe Handlung, durch welche er sich bildet, eine Drehung um die Achse, nach der allgemeinen Richtung von Abend gegen Morgen, erteilet. Die Partikeln des niedersinkenden Grundstoffes, welche, wie gesagt, eine allgemeine drehende Bewegung von Abend gegen Morgen hin bekommen, fallen größtenteils auf die Fläche des Planeten und vermischen sich mit seinem Klumpen, weil sie die abgemessene Grade nicht haben, sich frei schwebend in Zirkelbewegungen zu erhalten.

Indem sie nun in den Zusammensatz des Planeten kommen, so müssen sie, als Teile desselben, ebendieselbe Umwendung, nach ebenderselben Richtung, fortsetzen, die sie hatten, ehe sie mit ihm vereiniget worden. Und weil überhaupt aus dem vorigen zu ersehen, daß die Menge der Teilchen, welche der Mangel an der erforderlichen Bewegung auf den Zentralkörper niederstürzet, sehr weit die Anzahl der andern übertreffen müsse, welche die gehörige Grade der Geschwindigkeit haben erlangen können, so begreifet man auch leicht, woher dieser in seiner Achsendrehung zwar bei weitem die Geschwindigkeit nicht haben werde, der Schwere auf seiner Oberfläche mit der fliehenden Kraft das Gleichgewicht zu leisten, aber dennoch bei Planeten von großer Masse und weitem Abstande weit schneller, als bei nahen und kleinen sein werde. In der Tat hat Jupiter die schnelleste Achsendrehung, die wir kennen, und ich weiß nicht, nach welchem System man dieses mit einem Körper, dessen Klumpen alle andern übertrifft, zusammenreimen könnte, wenn man nicht seine Bewegungen selber als die Wirkung derjenigen Anziehung ansehen könnte, die dieser Himmelskörper nach dem Maße eben dieses Klumpens ausübet. Wenn die Achsendrehung eine Wirkung einer äußerlichen Ursache wäre, so müßte Mars eine schnellere als Jupiter haben; denn ebendieselbe bewegende Kraft bewegt einen kleinern Körper mehr, als einen größern, und über dieses würde man sich mit Recht wundern, wie, da alle Bewegungen weiter von dem Mittelpunkte hin abnehmen, die Geschwindigkeiten der Umwälzungen mit denselben Entfernungen zunehmen, und beim Jupiter sogar drittehalbmal schneller als seine jährliche Bewegung selber sein könne.

Indem man also genötiget ist, in den täglichen Umwendungen der Planeten ebendieselbe Ursache, welche überhaupt die allgemeine Bewegungsquelle der Natur ist, nämlich die Anziehung zu erkennen, so wird diese Erklärungsart durch das natürliche Vorrecht seines Grundbegriffes und durch eine ungezwungene Folge aus demselben ihre Rechtmäßigkeit bewähren.

Allein wenn die Bildung eines Körpers selber die Achsendrehung hervorbringt, so müssen sie billig alle

Kugeln des Weltbaues haben; aber warum hat sie der Mond nicht? welcher, wiewohl fälschlich, diejenige Art einer Umwendung, dadurch er der Erde immer dieselbe Seite zuwendet, einigen vielmehr von einer Art einer Überwucht der einen Halbkugel, als von einem wirklichen Schwunge der Revolution herzuhaben scheinet. Sollte derselbe sich wohl ehedem schneller um seine Achse gewälzet haben und durch, ich weiß nicht was vor Ursachen, die diese Bewegung nach und nach verminderten, bis zu diesem geringen und abgemessenen Überrest gebracht worden sein? Man darf diese Frage nur in Ansehung eines von den Planeten auflösen, so ergibt sich daraus die Anwendung auf alle von selber. Ich verspare diese Auflösung zu einer andern Gelegenheit, weil sie eine notwendige Verbindung mit derjenigen Aufgabe hat, die die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin auf das 1754ste Jahr zum Preise aufgestellet hatte*).

Die Theorie, welche den Ursprung der Achsendrehungen erklären soll, muß auch die Stellung ihrer Achsen, gegen den Plan ihrer Kreise, aus ebendenselben Ursachen herleiten können. Man hat Ursache, sich zu verwundern, woher der Äquator der täglichen Umwälzung mit der Fläche der Mondenkreise, die um denselben Planeten laufen, nicht in demselben Plane ist; denn dieselbe Bewegung, die den Umlauf eines Trabanten gerichtet, hat durch ihre Erstreckung bis zum Körper des Planeten dessen Drehung um die Achse hervorgebracht und dieser ebendieselbe Bestimmung in der Richtung und Lage erteilen sollen. Himmelskörper, die keine um sich laufende Nebenplaneten haben, setzten sich dennoch durch eben dieselbe Bewegung der Partikeln, die zu ihrem Stoffe dieneten, und durch dasselbe Gesetze, welches jene auf die Fläche ihrer periodischen Laufbahn ein-

*) Die Aufgabe der Akademie lautete: „Ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Axe, wodurch sie die Abwechslung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprungs erlitten habe, welches die Ursache davon sei und woraus man sich ihrer versichern könne.“ Kant hat diese Frage 1750 in einer besonderen Abhandlung beantwortet, vgl. Band 49, S. 227.

schränkte, in eine Achsendrehung, welche aus den gleichen Gründen mit ihrer Umlaufsfläche in der Richtung übereintreffen mußte. Diesen Ursachen zufolge müßten billig die Achsen aller Himmelskörper gegen die allgemeine Beziehungsfläche des planetischen Systems, welche nicht weit von der Ekliptik abweicht, senkrecht stehen. Allein sie sind nur bei den zwei wichtigsten Stücken dieses Weltbaues senkrecht: beim Jupiter und bei der Sonne; die andern, deren Umdrehung man kennet, neigen ihre Achsen gegen den Plan ihrer Kreise, der Saturn mehr als die andern, die Erde aber mehr als Mars, dessen Achse auch beinahe senkrecht gegen die Ekliptik gerichtet ist. Der Äquator des Saturns (wofern man denselben durch die Richtung seines Ringes bezeichnet halten kann) neiget sich mit einem Winkel von 31 Graden zur Fläche seiner Bahn; der Erden ihrer aber nur mit $23^1/_2$.a) Man kann die Ursache dieser Abweichungen vielleicht der Ungleichheit in den Bewegungen des Stoffes beimessen, die den Planeten zu bilden zusammengekommen sind. In der Richtung der Fläche seines Laufkreises war die vornehmste Bewegung der Partikeln um den Mittelpunkt desselben, und daselbst war der Plan der Beziehung, um welchen die elementarische Teilchen sich häuften, um daselbst die Bewegung, wo möglich, zirkelgleich zu machen und zur Bildung der Nebenplaneten Materie zu häufen, welche um deswillen niemals von der Umlaufsbahn weit abweichen. Wenn der Planet sich größtenteils nur aus diesen Teilchen bildete, so würde seine Achsendrehung so wenig wie die Nebenplaneten, die um ihn laufen, bei seiner ersten Bildung davon abgewichen sein; aber er bildete sich, wie die Theorie es dargetan hat, mehr aus den Partikeln, die auf beiden Seiten niedersanken und deren Menge oder Geschwindigkeit nicht so völlig abgewogen gewesen zu sein scheinet, daß die eine Halbkugel nicht eine kleine Überwucht der Bewegung über die andere, und daher einige Abweichung der Achse hätte bekommen können.

---

a) „$22^1/_2$“ A. korr. in der Ausg. v. 1797 (wohl Schreib- oder Druckfehler).

Dieser Gründe ungeachtet, trage ich diese Erklärung nur als eine Mutmaßung vor, die ich mir nicht auszumachen getraue. Meine wahre Meinung gehet dahin, daß die Umdrehung der Planeten um die Achse in dem ursprünglichen Zustande der ersten Bildung mit der Fläche ihrer jährlichen Bahn ziemlich genau übereingetroffen habe, und daß Ursachen vorhanden gewesen, diese Achse aus ihrer ersten Stellung zu verschieben. Ein Himmelskörper, welcher aus seinem ersten flüssigen Zustande in den Stand der Festigkeit übergehet, erleidet, wenn er sich auf solche Art völlig ausbildet, eine große Veränderung in der Regelmäßigkeit seiner Oberfläche. Dieselbe wird feste und gehärtet, indessen daß die tiefern Materien sich noch nicht, nach Maßgebung ihrer spezifischen Schwere, genugsam gesenket haben; die leichteren Sorten, die mit in ihrem Klumpen untermengt waren, begeben sich endlich, nachdem sie sich von den andern geschieden, unter die oberste, fest gewordene Rinde und erzeugen die großen Höhlen, deren, aus Ursachen, welche allhier anzuführen zu weitläuftig ist, die größeste und weiteste unter oder nahe zu dem Äquator befindlich sind, in welche die gedachte Rinde endlich hineinsinkt, mannigfaltige Ungleichheiten, Berge und Höhlen erzeuget. Wenn nun auf solche Art, wie es mit der Erde, dem Monde, der Venus augenscheinlich vorgegangen sein muß, die Oberfläche uneben geworden, so hat sie nicht das Gleichgewicht des Umschwunges in ihrer Achsendrehung mehr auf allen Seiten leisten können. Einige hervorragende Teile von beträchtlicher Masse, welche auf der entgegengesetzten Seite keine andere fanden, die ihnen die Gegenwirkung des Schwunges leisten konnten, mußten alsbald die Achse der Umdrehung verrücken und sie in solchen Stand zu setzen suchen, um welchen die Materien sich im Gleichgewichte aufhielten. Ebendieselbe Ursache also, die bei der völligen Ausbildung eines Himmelskörpers seine Oberfläche aus dem wagerechten Zustande in abgebrochene Ungleichheiten versetzte, diese allgemeine Ursache, die bei allen Himmelskörpern, welche das Fernglas deutlich genug entdecken kann, wahrgenommen wird, hat

sie in die Notwendigkeit versetzet, die ursprüngliche Stellung ihrer Achse etwas zu verändern. Allein diese Veränderung hat ihre Grenzen, um nicht gar zu weit auszuschweifen. Die Ungleichheiten erzeugen sich, wie schon erwähnt, mehr neben dem Äquator einer umdrehenden Himmelskugel, als weit von demselben; zu den Polen hin verlieren sie sich fast gar, wovon die Ursachen anzuführen ich andere Gelegenheit vorbehalte. Daher werden die am meisten über die gleiche Fläche hervorragende Massen nahe bei dem Äquinoktialzirkel anzutreffen sein, und indem dieselbe durch den Vorzug des Schwunges diesem sich zu nähern streben, werden sie höchstens nur um einige Grade die Achse des Himmelskörpers aus der senkrechten Stellung von der Fläche seiner Bahn erheben können. Diesem zufolge wird ein Himmelskörper, der sich noch nicht völlig ausgebildet hat, diese rechtwinklichte Lage der Achse zu seinem Laufkreise noch an sich haben, die er vielleicht nur in der Folge langer Jahrhunderte ändern wird. Jupiter scheinet noch in diesem Zustande zu sein. Der Vorzug seiner Masse und Größe, die Leichtigkeit seines Stoffes haben ihn genötiget, den festen Ruhestand seiner Materien einige Jahrhunderte später als andere Himmelskörper zu überkommen. Vielleicht ist das Innere seines Klumpens noch in der Bewegung, die Teile seines Zusammensatzes zu dem Mittelpunkte, nach Beschaffenheit ihrer Schwere, zu senken, und durch die Scheidung der dünnern Gattungen von den schweren den Stand der Festigkeit zu überkommen. Bei solcher Bewandnis kann es auf seiner Oberfläche noch nicht ruhig aussehen. Die Umstürzungen und Ruine herrschen auf derselben. Selbst das Fernglas hat uns davon versichert. Die Gestalt dieses Planeten ändert sich beständig, da indessen der Mond, die Venus, die Erde dieselbe unverändert erhalten. Man kann auch wohl mit Recht die Vollendung der Periode der Ausbildung bei einem Himmelskörper einige Jahrhunderte später gedenken, der unsere Erde an Größe mehr wie zwanzigtausendmal übertrifft und an Dichtigkeit 4mal nachstehet. Wenn seine Oberfläche eine ruhige Beschaffenheit wird erreichet haben, so werden ohne

Zweifel weit größere Ungleichheiten als die, so die Erdfläche bedecken, mit der Schnelligkeit seines Schwunges verbunden, seiner Umwendung in nicht gar langem Zeitlaufe diejenige beständige Stellung erteilen, die das Gleichgewicht der Kräfte auf ihm erheischen wird.

Saturn, der 3mal kleiner als Jupiter ist, kann vielleicht durch seinen weitern Abstand einen Vorzug einer geschwinderen Ausbildung vor diesem erhalten haben; zum wenigsten macht die viel schnellere Achsendrehung desselben und das große Verhältnis seiner Zenterfliehkraft zu der Schwere auf seiner Oberfläche (welches in dem folgenden Hauptstücke soll dargetan werden), daß die vermutlich auf derselben dadurch erzeugte Ungleichheiten gar bald den Ausschlag auf die Seite der Überwucht, durch eine Verrückung der Achse, gegeben haben. Ich gestehe freimütig, daß dieser Teil meines Systems, welcher die Stellung der planetischen Achsen betrifft, noch unvollkommen und ziemlich weit entfernt sei, der geometrischen Rechnung unterworfen zu werden. Ich habe dieses lieber aufrichtig entdecken wollen, als durch allerhand erborgte Scheingründe der Tüchtigkeit der übrigen Lehrverfassung Abbruch zu tun und ihr eine schwache Seite zu geben. Nachfolgendes Hauptstück kann eine Bestätigung von der Glaubwürdigkeit der ganzen Hypothese abgeben, wodurch wir die Bewegungen des Weltbaues haben erklären wollen.

Fünftes Hauptstück.

Von dem Ursprunge des Ringes des Saturns und Berechnung der täglichen Umdrehung dieses Planeten aus den Verhältnissen desselben.*)

Vermöge der systematischen Verfassung im Weltgebäude hängen die Teile derselben durch eine stufenartige Abänderung ihrer Eigenschaften zusammen, und

*) In Gensichens Auszug hat der Anfang dieses Hauptstückes folgenden Wortlaut: „Der Ursprung des Ringes, der den Saturn umgibt, wird sich begreiflicher als viele andere

man kann vermuten, daß ein in der entlegensten Gegend der Welt befindlicher Planet ohngefähr solche Bestimmungen haben werde, als der nächste Komet überkommen möchte, wenn er durch die Verminderung der Exzentrizität in das planetische Geschlecht erhoben würde. Wir wollen demnach den Saturn so ansehen, als wenn er auf eine der kometischen Bewegung ähnliche Art etliche Umläufe mit größerer Exzentrizität zurückgeleget habe und nach und nach zu einem dem Zirkel ähnlichern Gleise gebracht worden.*) Die Hitze, die sich ihm in seiner Sonnennähe einverleibete, erhob den leichten Stoff von seiner Oberfläche, der, wie wir aus den vorigen Hauptstücken wissen, bei denen obersten Himmelskörpern von überschwenglicher Dünnigkeit ist, sich von geringen Graden Wärme ausbreiten zu lassen. Indessen, nachdem der Planet in etlichen Umschwüngen zu dem Abstande, da er jetzt schwebet, gebracht worden, verlor er in einem so gemäßigten Klima nach und nach die empfangene Wärme, und die Dünste, welche von seiner Ober-

*) Oder, welches wahrscheinlicher ist, daß er in seiner kometenähnlichen Natur, die er auch noch jetzo vermöge seiner Exzentrizität an sich hat, bevor der leichteste Stoff seiner Oberfläche völlig zerstreuet worden, eine kometische Atmosphäre ausgebreitet habe.

Erscheinungen der Natur erklären lassen, wenn wir annehmen, Saturn habe nach vollendeter Bildung eine Umdrehung um seine Achse gehabt, und der leichteste Stoff seiner Oberfläche sei durch die Wirkung der Wärme über ihn erhoben worden."

In einer Anmerkung schreibt Gensichen: „In der Theorie des Himmels selbst nimmt der Herr Verfasser an, Saturn habe ehemals mit einer der kometischen ähnlichen Bewegung etliche Umläufe mit größerer Exzentrizität zurückgelegt und durch die Hitze, welche sich ihm in seiner Sonnennähe einverleibt, sei der leichte Stoff von seiner Oberfläche erhoben worden, oder er habe eine kometische Atmosphäre um sich ausgebreitet. In der Folge aber ist er auf die sich noch mehr empfehlende Vorstellung gekommen, daß durch die Vermischung der Materien, die bei der Bildung der Planeten vorgegangen ist, eine Wärme in ihrem Innern erzeugt worden sei, und diese habe beim Saturn die angezeigte Wirkung gehabt." S. 189.

fläche sich noch immer um ihn verbreiteten, ließen nach und nach ab, sich bis in Schweifen zu erheben. Es stiegen auch nicht mehr neue so häufig auf, um die alten zu vermehren; kurz, die schon ihn umgebenden Dünste blieben durch Ursachen, welche wir gleich anführen wollen, um ihn schweben, und erhielten ihm das Merkmal seiner ehemaligen kometenähnlichen Natur in einem beständigen Ringe, indessen daß sein Körper die Hitze verhauchte und zuletzt ein ruhiger und gereinigter Planet wurde. Nun wollen wir das Geheimnis anzeigen, das dem Himmelskörper seine aufgestiegene Dünste frei schwebend hat erhalten können, ja, sie aus einer rund um ihn ausgebreiteten Atmosphäre in die Form eines allenthalben abstehenden Ringes verändert hat. Ich nehme an: Saturn habe eine Umdrehung um die Achse gehabt; und nichts mehr als dieses ist nötig, um das ganze Geheimnis aufzudecken. Kein anderes Triebwerk, als dieses einzige, hat durch einen unmittelbaren mechanischen Erfolg gedachtes Phänomenon dem Planeten zuwege gebracht; und ich getraue mir es zu behaupten, daß in der ganzen Natur nur wenig Dinge auf einen so begreiflichen Ursprung können gebracht werden, als diese Besonderheit des Himmels aus dem rohen Zustande der ersten Bildung sich entwickeln läßt.

Die von dem Saturn aufsteigende Dünste hatten die Bewegung an sich und setzten sie in der Höhe, dahin sie aufgestiegen waren, frei fort, die sie, als dessen Teile bei seiner Umdrehung um die Achse, gehabt hatten. Die Teilchen, die nahe beim Äquator des Planeten aufstiegen, müssen die schnellste, und weiter davon ab zu den Polen um so viel schwächere Bewegungen gehabt haben, je größer die Breite des Orts war, von dem sie aufstiegen. Das Verhältnis der spezifischen Schwere ordnete den Partikeln die verschiedentliche Höhen, zu denen sie aufstiegen; aber nur diejenige Partikeln konnten die Örter ihres Abstandes in einem beständig freien Zirkelumschwunge behaupten, deren Entfernungen, in die sie versetzt waren, eine solche Zentralkraft erheischeten, als diese mit der Geschwindigkeit, welche ihnen von der Achsen-

drehung eigen war, leisten konnten; die übrigen, wofern sie durch die Wechselwirkung der andern nicht zu dieser Genauheit gebracht werden können, müssen entweder mit dem Übermaße der Bewegung aus der Sphäre des Planeten sich entfernen oder durch den Mangel derselben auf ihn zurück zu sinken genötiget werden. Die durch den ganzen Umfang der Dunstkugel zerstreute Teilchen werden, vermöge ebenderselben Zentralgesetze, in der Bewegung ihres Umschwunges die fortgesetzte Äquatorsfläche des Planeten von beiden Seiten zu durchschneiden trachten, und indem sie einander in diesem Plane von beiden Hemisphärien[a]) einander aufhalten, werden sie sich daselbst häufen; und weil ich setze, daß gedachte Dünste diejenige sind, die der Planet zu seiner Verkühlung zuletzt heraufschickt, wird alle zerstreuete Dunstmaterie sich neben diesem Plane in einem nicht gar breiten Raume sammlen und die Räume zu beiden Seiten leer lassen. In dieser neuen und veränderten Richtung aber werden sie dennoch ebendieselbe Bewegung fortsetzen, welche sie in freien konzentrischen Zirkelumläufen schwebend erhält. Auf solche Weise nun ändert der Dunstkreis seine Gestalt, welche eine erfüllte Sphäre war, in eine Form einer ausgebreiteten Fläche, welche gerade mit dem Äquator des Saturns zusammentrifft; aber auch diese Fläche muß aus ebendenselben mechanischen Gründen zuletzt die Form eines Ringes annehmen, dessen äußerer Rand durch die Wirkung der Sonnenstrahlen bestimmet wird, welche diejenige Teilchen, die sich bis zu gewisser Weite von dem Mittelpunkte des Planeten entfernet haben, durch ihre Kraft zerstreuet und entfernet, so wie sie es bei den Kometen tut, und dadurch die auswendige Grenze ihres Dunstkreises abzeichnet. Der inwendige Rand dieses entspringenden Ringes wird durch die Verhältnis der Geschwindigkeit des Planeten unter seinem Äquator bestimmt. Denn in demjenigen Abstande von seinem Mittelpunkte, da diese Geschwindigkeit mit der Attraktion des Orts das Gleichgewichte leistet, da ist die größte Nähe, in welcher

a) „Hemisphärien begegnend", Zusatz Rahts Ak. Ausg.

die von seinem Körper aufgestiegene Teilchen, durch die von der Achsendrehung eigene Bewegung, Zirkelkreise beschreiben können. Die näheren Teilchen, weil sie einer größern Geschwindigkeit zu solchem Umlaufe bedürfen, die sie doch nicht haben können, weil selbst auf dem Äquator des Planeten die Bewegung nicht schneller ist, werden dadurch exzentrische Läufe erhalten, die einander durchkreuzen, eine der andern Bewegung schwächen und endlich insgesamt auf den Planeten niederstürzen, von dem sie sich erhoben hatten. Da sehen wir nun das wunderseltsame Phänomenon, dessen Anblick seit seiner Entdeckung die Astronomen jederzeit in Bewunderung gesetzet hat und dessen Ursache zu entdecken man niemals auch nur eine wahrscheinliche Hoffnung hat fassen können, auf eine leichte, von aller Hypothese befreiete mechanische Art entstehen. Was dem Saturn widerfahren ist, das würde, wie hieraus leicht ersehen werden kann, einem jeden Kometen, der genugsame Achsendrehung hätte, wenn er in eine beständige Höhe versetzt würde, in der sein Körper nach und nach verkühlen könnte, ebenso regelmäßig widerfahren. Die Natur ist an vortrefflichen Auswickelungen in dem sich selbst gelassenen Zustande ihrer Kräfte sogar im Chaos fruchtbar, und die darauf folgende Ausbildung bringet so herrliche Beziehungen und Übereinstimmungen zum gemeinsamen Nutzen der Kreatur mit sich, daß sie sogar in den ewigen und unwandelbaren Gesetzen ihrer wesentlichen Eigenschaften dasjenige große Wesen mit einstimmiger Gewißheit zu erkennen geben, in welchem sie vermittelst ihrer gemeinschaftlichen Abhängigkeit sich zu einer gesamten Harmonie vereinbaren. Saturn hat von seinem Ringe große Vorteile; er vermehret seinen Tag und erleuchtet unter so viel Monden dessen Nacht dermaßen, daß man daselbst leichtlich die Abwesenheit der Sonne vergißt. Aber muß man denn deswegen leugnen, daß die allgemeine Entwickelung der Materie durch mechanische Gesetze, ohne andere, als ihre allgemeine Bestimmungen, zu bedürfen, habe Beziehungen hervorbringen können, die der vernünftigen Kreatur Nutzen schaffen? Alle Wesen hängen aus einer Ursache zusammen, welche der Ver-

stand Gottes ist; sie können dahero keine andere Folgen nach sich ziehen, als solche, die eine Vorstellung der Vollkommenheit in ebenderselben göttlichen Idee mit sich führen.

Wir wollen nunmehro die Zeit der Achsendrehung dieses Himmelskörpers aus den Verhältnissen seines Ringes, nach der angeführten Hypothese seiner Erzeugung, berechnen. Weil alle Bewegung der Teilchen des Ringes eine einverleibte Bewegung von der Achsendrehung des Saturns ist, auf dessen Oberfläche sie sich befanden, so trifft die schnelleste Bewegung unter denen, die diese Teilchen haben, mit der schnellesten Umwendung, die auf der Oberfläche des Saturns angetroffen wird, überein, das ist: die Geschwindigkeit, womit die Partikeln des Ringes in seinem inwendigen Rande umlaufen, ist derjenigen, die der Planet auf seinem Äquator hat, gleich. Man kann aber jene leicht finden, indem man sie aus der Geschwindigkeit eines von den Saturnustrabanten suchet, dadurch, daß man selbige in dem Verhältnisse der Quadratwurzel der Entfernungen von dem Mittelpunkte des Planeten nimmt. Aus der gefundenen Geschwindigkeit ergibt sich unmittelbar die Zeit der Umdrehung des Saturns um seine Achse; sie ist von sechs Stunden, dreiundzwanzig Minuten und dreiundfunfzig Sekunden.*) Diese mathematische Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, die vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre ist, erwartet

*) Anmerkung Gensichens auf Grund einer Äußerung Kants a. o. a. O. S. 203: „Da sich die von Kant vor mehr als 30 Jahren berechnete Zeit der Achsendrehung des Saturns durch die Folgerungen, die Bugge aus der beobachteten Abplattung des Saturns in Ansehung dieser Achsendrehung zieht, imgleichen die Zeit, in welcher die Teile des innern Randes seines Ringes umlaufen, durch Herschels Beobachtungen, jetzt so schön zu bestätigen scheint, so erhält dadurch die Kantische Theorie von der Erzeugung des Ringes und der Erhaltung desselben nach bloßen Gesetzen der Zentralkräfte einen sehr großen Grad der Glaubwürdigkeit.“ Über die Berechnung der Umdrehungsgeschwindigkeit des Saturns vgl. Gensichen S. 193 ff. Anm. und Ak. Ausg. 554 ff.

von den Beobachtungen künftiger Zeiten die Bestätigung. Die noch zurzeit bekannte Ferngläser vergrößern den Saturn nicht so sehr, daß man die Flecken, die man auf seiner Oberfläche vermuten kann, dadurch entdecken könnte, um durch deren Verrückung seine Umwendung um die Achse zu ersehen. Allein die Sehröhre haben vielleicht noch nicht alle diejenige Vollkommenheit erlanget, die man von ihnen hoffen kann und welche der Fleiß und die Geschicklichkeit der Künstler uns zu versprechen scheinet. Wenn man dereinst dahin gelangete, unsern Mutmaßungen den Ausschlag durch den Augenschein zu geben, welche Gewißheit würde die Theorie des Saturns, und was vor eine vorzügliche Glaubwürdigkeit würde das ganze System dadurch nicht erlangen, das auf den gleichen Gründen errichtet ist. Die Zeit der täglichen Umdrehung des Saturns führet auch die Verhältnis der den Mittelpunkt fliehenden Kraft seines Äquators zur Schwere auf seiner Oberfläche mit sich; sie ist zu dieser, wie 20:32. Die Schwere ist also nur um $^3/_5$ größer als die Zenterfliehkraft. Dieses so große Verhältnis verursachet notwendig einen sehr beträchtlichen Unterscheid der Durchmesser dieses Planeten, und man könnte besorgen, daß er so groß entspringen müßte, daß die Beobachtung bei diesem, obzwar wenig durch das Fernglas vergrößerten Planeten dennoch gar zu deutlich in die Augen fallen müßte, welches wirklich nicht geschiehet, und die Theorie dadurch einen nachteiligen Anstoß erleiden könnte. Eine gründliche Prüfung hebet diese Schwierigkeit völlig. Nach der Huygenianischen Hypothese, welche annimmt, daß die Schwere in dem Innern eines Planeten durch und durch gleich sei, ist der Unterscheid der Durchmesser in einer zweifach kleinern Verhältnis zu dem Durchmesser des Äquators, als die Zenterfliehkraft zur Schwere unter den Polen hat. Z. E. da bei der Erde die den Mittelpunkt fliehende Kraft des Äquators $^1/_{289}$ der Schwere unter den Polen ist, so muß in der Huygenianischen Hypothese der Durchmesser der Äquatorsfläche $^1/_{578}$ größer als die Erdachse sein. Die Ursache ist diese: weil, da die Schwere der Voraussetzung gemäß, in dem Innern

des Erdklumpens, in allen Nähen zum Mittelpunkte so groß wie auf der Oberfläche ist, die Zentrifugalkraft aber mit den Annäherungen zum Mittelpunkte abnimmt, selbige nicht allenthalben $^1/_{289}$ der Schwere ist, sondern vielmehr die ganze Verminderung des Gewichtes der flüssigen Säule in der Äquatorsfläche aus diesem Grunde nicht $^1/_{289}$, sondern die Hälfte davon, d. i. $^1/_{578}$ desselben, beträgt. Dagegen hat in der Hypothese des Newton die Zenterfliehkraft, welche die Achsendrehung erreget, in der ganzen Fläche des Äquators, bis zum Mittelpunkte, eine gleiche Verhältnis zur Schwere des Orts; weil diese in dem Innern des Planeten (wenn er durch und durch von gleichförmiger Dichtigkeit angenommen wird) mit dem Abstande vom Mittelpunkte in derselben Proportion, als die Zenterfliehkraft, abnimmt, mithin diese jederzeit $^1/_{289}$ der erstern ist. Dieses verursachet eine Erleichterung der flüssigen Säule in der Äquatorsfläche, und auch die Erhebung derselben um $^1/_{289}$, welcher Unterschied der Durchmesser in diesem Lehrbegriffe noch dadurch vermehret wird, daß die Verkürzung der Achse eine Annäherung der Teile zum Mittelpunkte, mithin eine Vermehrung der Schwere, die Verlängerung des Äquatordurchmessers aber eine Entfernung der Teile von ebendemselben Mittelpunkte, und daher eine Verringerung ihrer Gravität mit sich führet, und aus diesem Grunde die Abplattung des Newtonischen Sphäroids so vermehret, daß der Unterscheid der Durchmesser von $^1/_{289}$ bis zu $^1/_{230}$ erhoben wird.

Nach diesen Gründen müßten die Durchmesser des Saturns noch in größerem Verhältnisse, als das von 20:32 ist, gegeneinander sein; sie müßten der Proportion von 1:2 beinahe gleich kommen. Ein Unterscheid, der so groß ist, daß die geringste Aufmerksamkeit ihn nicht fehlen würde, so klein auch Saturn durch die Ferngläser erscheinen mag. Allein hieraus ist nur zu ersehen, daß die Vorraussetzung der gleichförmigen Dichtigkeit, welche bei dem Erdkörper ziemlich richtig angebracht zu sein scheinet, beim Saturn gar zu weit von der Wahrheit abweiche; welches schon an sich seſber bei einem Planeten wahrscheinlich ist, dessen Klumpen dem größesten Teile seines Inhaltes

nach aus den leichtesten Materien bestehet, und denen von schwererer Art in seinem Zusammensatze, bevor er den Zustand der Festigkeit bekommt, die Niedersinkung zum Mittelpunkte, nach Beschaffenheit ihrer Schwere, weit freier verstattet, als diejenige Himmelskörper, deren viel dichterer Stoff den Niedersatz der Materien verzögert, und sie, ehe diese Niedersinkung geschehen kann, fest werden läßt. Indem wir also beim Saturn voraussetzen, daß die Dichtigkeit seiner Materien, in seinem Innern, mit der Annäherung zum Mittelpunkte zunehme, so nimmt die Schwere nicht mehr in diesem Verhältnisse ab; sondern die wachsende Dichtigkeit ersetzt den Mangel der Teile, die über die Höhe des in dem Planeten befindlichen Punkts gesetzt sein, und durch ihre Anziehung zu dessen Gravität nichts beitragen*). Wenn diese vorzügliche Dichtigkeit der tiefsten Materien sehr groß ist, so verwandelt sie, vermöge der Gesetze der Anziehung, die zum Mittelpunkte hin in dem Innern abnehmende Schwere in eine fast gleichförmige, und setzet das Verhältnis der Durchmesser dem Huygenischen nahe, welches immer die Hälfte von dem Verhältnis zwischen der Zentrifugalkraft und der Schwere ist; folglich, da diese gegeneinander wie 2:3 waren, so wird der Unterscheid der Durchmesser dieses Planeten nicht $1/3$, sondern $1/6$ des Äquatordurchschnitts[a]) sein; welcher Unterscheid schließlich noch dadurch verborgen wird, weil Saturn, dessen Achse mit der Fläche seiner Bahn jederzeit einen Winkel von 31 Graden macht, die Stellung desselben gegen seinen Äquator niemals, wie beim Jupiter, geradezu darbietet, welches den vorigen

*) Denn nach den Newtonischen Gesetzen der Attraktion wird ein Körper, der sich in dem Inwendigen einer Kugel befindet, nur von demjenigen Teile derselben angezogen, der in der Weite, welche jener vom Mittelpunkte hat, um diesen sphärisch beschrieben worden. Der außer diesem Abstande befindliche konzentrische Teil tut, wegen des Gleichgewichts seiner Anziehungen, die einander aufheben, nichts dazu, weder den Körper zum Mittelpunkte hin, noch von ihm weg zu bewegen.

a) „Äquatordurchmessers“ Rahts Ak. Ausg.

Unterscheid fast um den dritten Teil, dem Scheine nach, vermindert. Man kann bei solchen Umständen, und vornehmlich bei der so großen Weite dieses Planeten leicht erachten, daß die abgeplattete Gestalt seines Körpers nicht so leicht, als man wohl denken sollte, in die Augen fallen werde; dennoch wird die Sternwissenschaft, deren Aufnehmen vornehmlich auf die Vollkommenheit der Werkzeuge ankommt, die Entdeckung einer so merkwürdigen Eigenschaft, wo ich mir nicht zu sehr schmeichle, durch derselben Hilfe vielleicht zu erreichen in den Stand gesetzet werden.

Was ich von der Figur des Saturns sage, kann gewissermaßen der Naturlehre des Himmels zu einer allgemeinen Bemerkung dienen. Jupiter, der nach einer genauen Ausrechnung, eine Verhältnis der Schwere zur Zentrifugalkraft auf seinem Äquator wenigstens wie $9^1/_4 : 1$ hat, sollte, wenn sein Klumpen durch und durch von gleichförmiger Dichtigkeit wäre, nach den Lehrsätzen des Newton, einen noch größern Unterscheid, als $^1/_9$, zwischen seiner Achse und dem Äquatorsdurchmesser an sich zeigen. Allein Cassini hat ihn nur $^1/_{16}$, Poneda[a]) $^1/_{12}$, bisweilen $^1/_{14}$ befunden; wenigstens stimmen alle diese verschiedene Beobachtungen, welche durch ihren Unterscheid die Schwierigkeit dieser Abmessung bestätigen, darin überein, sie viel kleiner zu setzen, als sie es nach dem System des Newton, oder vielmehr nach seiner Hypothese von der gleichförmigen Dichtigkeit sein sollte. Und wenn man daher die Voraussetzung der gleichförmigen Dichtigkeit, welche die so große Abweichung der Theorie von der Beobachtung veranlasset, in die viel wahrscheinlichere verändert, da die Dichtigkeit des planetischen Klumpens zu seinem Mittelpunkte hin zunehmend gesetzet wird, so wird man nicht allein an dem Jupiter die Beobachtung rechtfertigen, sondern auch bei dem Saturn, einem viel schwerer abzumessenden Planeten, die Ursache einer minderen Abplattung seines sphäroidischen Körpers deutlich einsehen können.

Wir haben aus der Erzeugung des saturnischen Ringes Anlaß genommen, den kühnen Schritt zu wagen,

a) „Pound". Ak. Ausg.

die Zeit der Achsendrehung, welche die Ferngläser zu entdecken nicht vermögen, ihm durch Rechnung zu bestimmen. Lasset uns diese Probe einer physischen Vorhersagung noch mit einer andern an eben diesem Planeten vermehren, welche von vollkommeneren Werkzeugen künftiger Zeiten das Zeugnis ihrer Richtigkeit zu erwarten hat.

Der Voraussetzung gemäß: daß der Ring des Saturns eine Häufung der Teilchen sei, die, nachdem sie von der Oberfläche dieses Himmelskörpers als Dünste aufgestiegen, sich vermöge des Schwunges, den sie von der Achsendrehung desselben an sich haben und fortsetzen, in der Höhe ihres Abstandes frei in Zirkeln laufend erhalten, haben dieselbe nicht in allen ihren Entfernungen vom Mittelpunkte gleiche periodische Umlaufszeiten; sondern diese verhalten sich vielmehr, wie die Quadratwurzeln aus den Würfeln ihres Abstandes, wenn sie sich durch die Gesetze der Zentralkräfte schwebend erhalten sollen. Nun ist die Zeit, darin, nach dieser Hypothese, die Teilchen des inwendigen Randes ihren Umlauf verrichten, ohngefähr von 10 Stunden, und die Zeit des Zirkellaufs der Partikeln im auswendigen Rande ist, nach gehöriger Ausrechnung, 15 Stunden; also, wenn die niedrigsten Teile des Ringes ihren Umlauf 3mal verrichtet haben, haben es die entferntesten nur 2mal getan. Es ist aber wahrscheinlich, man mag die Hindernis, die die Partikeln bei ihrer großen Zerstreuung in der Ebene des Ringes einander leisten, so gering schätzen, als man will, daß das Nachbleiben der entferntern Teilchen, bei jeglichem ihrer Umläufe, die schneller bewegte niedrige Teile nach und nach verzögern und aufhalten[a]), dagegen diese denen obern einen Teil ihrer Bewegung zu einer geschwindern Umwendung eindrücken müssen, welches, wenn diese Wechselwirkung nicht endlich unterbrochen würde, so lange dauren würde, bis die Teilchen des Ringes alle dahin gebracht wären, sowohl die niedrigen, als die weitern, in gleicher Zeit sich herumzuwenden, als in welchem Zustande sie in respektiver Ruhe gegeneinander sein

a) „verzögert und aufhält". Ak. Ausg.

und durch die Wegrückung keine Wirkung ineinander tun würden. Nun würde aber ein solcher Zustand, wenn die Bewegung des Ringes dahin ausschlüge, denselben gänzlich zerstören, weil, wenn man die Mitte von der Ebene des Ringes nimmt, und setzet, daß daselbst die Bewegung in dem Zustande verbleibe, darin sie vorher war und sein muß, um einen freien Zirkellauf leisten zu können, die untern Teilchen, weil sie sehr zurückgehalten worden, sich nicht in ihrer Höhe schwebend erhalten, sondern in schiefen und exzentrischen Bewegungen einander durchkreuzen, die entferntern aber durch den Eindruck einer größern Bewegung, als sie vor die Zentralkraft ihres Abstandes sein soll, weiter von der Sonne[a]) abgewandt, als die Sonnenwirkung die äußere Grenze des Ringes bestimmt, durch dieselbe hinter dem Planeten zerstreuet und fortgeführet werden müßten.

Allein man darf alle diese Unordnung nicht befürchten. Der Mechanismus der erzeugenden Bewegung des Ringes führet auf eine Bestimmung, die denselben, vermittelst eben der Ursachen, die ihn zerstören sollen, in einen sichern Zustand versetzet, dadurch, daß er in etliche konzentrische Zirkelstreifen geteilet wird, welche wegen der Zwischenräume, die sie absondern, keine Gemeinschaft mehr untereinander haben. Denn indem die Partikeln, die in dem inwendigen Rande des Ringes umlaufen, die obere durch ihre schnellere Bewegung etwas fortführen, und ihren Umlauf beschleunigen, so verursachen die vermehrten Grade der Geschwindigkeit in diesen ein Übermaß der Zentrifugalkraft und eine Entfernung von dem Orte, da sie schwebeten. Wenn man aber voraussetzet, daß, indem dieselbe sich von den niedrigen zu trennen bestreben, sie einen gewissen Zusammenhang zu überwinden haben, der, ob es zwar zerstreuete Dünste sein, dennoch bei diesen nicht ganz nichtsbedeutend

a) „dem Saturn". Ak. Ausgabe, Rahts bemerkt dazu: „Die Teilchen des Ringes, welche bei kreisförmiger Bewegung immer gleich weit vom Saturn entfernt blieben, entfernen sich bei vergrößerter Geschwindigkeit von demselben."

zu sein scheinet, so wird dieser vermehrte Grad des Schwunges gedachten Zusammenhang zu überwinden trachten, aber selbigen nicht überwinden, solange der Überschuß der Zenterfliehkraft, die er in gleicher Umlaufszeit mit den niedrigsten anwendet, über die Zentralkraft ihres Orts dieses Anhängen nicht übertrifft. Und aus diesem Grunde muß in einer gewissen Breite eines Streifens von diesem Ringe, obgleich, weil dessen Teile in gleicher Zeit ihren Umlauf verrichten, die obere eine Bestrebung anwenden, sich von den untern abzureißen, dennoch der Zusammenhang bestehen, aber nicht in größerer Breite, weil sie[a]), indem die Geschwindigkeit dieser in gleichen Zeiten umbewegten[b]) Teilchen mit den Entfernungen, also mehr, als sie es nach den Zentralgesetzen tun sollte, zunimmt, wenn sie den Grad überschritten hat, den der Zusammenhang der Dunstteilchen leisten kann, von diesen sich abreißen und einen Abstand annehmen müssen, welcher dem Überschusse der Umwendungskraft über die Zentralkraft des Orts gemäß ist. Auf diese Weise wird der Zwischenraum bestimmet, der den ersten Streifen des Ringes von den übrigen absondert; und auf gleiche Weise macht die beschleunigte Bewegung der obern Teilchen, durch den schnellen Umlauf der untern, und der Zusammenhang derselben, welcher die Trennung zu hindern trachtet, den zweiten konzentrischen Ring, von welchem der dritte um eine mäßige Zwischenweite abstehet. Man könnte die Zahl dieser Zirkelstreifen und die Breite ihrer Zwischenräume ausrechnen, wenn der Grad des Zusammenhanges bekannt wäre, welcher die Teilchen aneinander hängt; allein wir können uns begnügen, überhaupt die Zusammensetzung des saturnischen Ringes, die dessen Zerstörung vorbeugt und ihn durch freie Bewegungen schwebend erhält, mit gutem Grunde der Wahrscheinlichkeit erraten zu haben.

Diese Mutmaßung vergnüget mich nicht wenig; vermittelst der Hoffnung, selbige noch wohl dereinst durch wirkliche Beobachtungen bestätiget zu sehen.

---

a) „sie“? (fehlt A.)
b) „unbewegten“ A.

Vor einigen Jahren verlautete aus London, daß, indem man mit einem neuen, vom Herrn Bradley verbesserten Newtonischen Sehrohre den Saturn beobachtete, es geschienen habe, sein Ring sei eigentlich eine Zusammensetzung von vielen konzentrischen Ringen, welche durch Zwischenräume abgesondert wären. Diese Nachricht ist seitdem nicht fortgesetzet worden*). Die Werkzeuge des Gesichts haben die Kenntnisse der äußersten Gegenden des Weltgebäudes dem Verstande eröffnet. Wenn es vornehmlich auf sie ankommt, neue Schritte darin zu tun, so kann man von der Aufmerksamkeit des Jahrhunderts auf alle dasjenige, was die Einsichten der Menschen erweitern kann, wohl mit Wahrscheinlichkeit hoffen, daß sie sich vornehmlich auf eine Seite wenden werde,

*) Nachdem ich dieses aufgesetzet, finde ich in den Mémoires der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris vom Jahre 1705 in einer Abhandlung des Herrn Cassini, von den Trabanten und dem Ringe des Saturns, auf der 571sten Seite des zweiten Teils der von Steinwehrschen Übersetzung, eine Bestätigung dieser Vermutung, die fast keinen Zweifel ihrer Richtigkeit mehr übrig läßt. Nachdem Herr Cassini einen Gedanken vorgetragen, der gewissermaßen eine kleine Annäherung zu derjenigen Wahrheit hätte sein können, die wir herausgebracht haben, ob er gleich an sich unwahrscheinlich ist: nämlich daß vielleicht dieser Ring ein Schwarm kleiner Trabanten sein möchte, die vom Saturn aus ebenso anzusehen wären, als die Milchstraße von der Erde aus erscheinet (welcher Gedanke Platz finden kann, wenn man vor diese kleine Trabanten die Dunstteilchen nimmt, die mit eben dergleichen Bewegung sich um ihn schwingen), so sagt er ferner: „Diesen Gedanken bestätigen die Observationen, die man in den Jahren gemacht, da der Ring des Saturns breiter und offener schien. Denn man sahe die Breite des Ringes durch eine dunkle elliptische Linie, deren nächster Teil, nach der Kugel zu, heller war, als der entfernteste, in zween Teile geteilet. Diese Linie bemerkte gleichsam einen kleinen Zwischenraum zwischen den zween Teilen, so wie die Weite der Kugel vom Ringe durch die größte Dunkelheit zwischen beiden angezeiget wird."

welche ihr die größte Hoffnung zu wichtigen Entdeckungen darbietet.

Wenn aber Saturn so glücklich gewesen, sich einen Ring zu verschaffen, warum ist denn kein anderer Planet mehr dieses Vorteils teilhaftig worden? Die Ursache ist deutlich. Weil ein Ring aus den Ausdünstungen eines Planeten, der sie bei seinem rohen Zustande aushauchet, entstehen soll, und die Achsendrehung diesen[a]) den Schwung geben muß, den sie nur fortzusetzen haben, wenn sie in die Höhe gelanget sein, da sie mit dieser eingepflanzten Bewegung der Gravitation gegen den Planeten gerade das Gleichgewicht leisten können, so kann man leicht durch Rechnung bestimmen, zu welcher Höhe die Dünste von einem Planeten aufsteigen müssen, wenn sie durch die Bewegungen, die sie unter dem Äquator desselben hatten, sich in freier Zirkelbewegung erhalten sollen, wenn man den Durchmesser des Planeten, die Zeit seiner Umdrehung und die Schwere auf seiner Oberfläche kennet. Nach dem Gesetze der Zentralbewegung wird die Entfernung eines Körpers, der um einen Planeten mit einer dessen Achsendrehung gleichen Geschwindigkeit frei im Zirkel laufen kann, in ebensolchem Verhältnisse zum halben Durchmesser des Planeten sein, als die den Mittelpunkt fliehende Kraft, unter dem Äquator desselben, zur Schwere ist. Aus diesen Gründen war die Entfernung des innern Randes des Saturnringes wie 8, wenn der halbe Diameter desselben wie 5 angenommen wird, welche zwei Zahlen in demselben Verhältnisse wie 32:20 sind[b]), die so wie wir vorher bemerket haben, die Proportion zwischen der Schwere und der Zenterfliehkraft unter dem Äquator ausdrücken[c]). Aus den gleichen Gründen, wenn man setzte, daß Jupiter einen auf diese Art erzeugten Ring haben sollte, würde dessen kleinster halber Durchmesser die halbe Dicke des Jupiter 10mal übertreffen, welches gerade dahin treffen würde, wo sein äußerster Trabante um ihn läuft, und daher sowohl aus diesen

a) „dieser“ A.
b) „ist“ A.
c) „ausdrückt“ A. korr. Ak. Ausg.

Gründen, als auch, weil die Ausdünstung eines Planeten sich so weit von ihm nicht ausbreiten kann, unmöglich ist. Wenn man verlangte, zu wissen, warum die Erde keinen Ring bekommen hat, so wird man die Beantwortung in der Größe des halben Durchmessers finden, den nur sein innerer Rand hätte haben müssen, welcher 289 halbe Erddiameter müßte groß geworden sein. Bei den langsamer bewegten Planeten entfernet sich die Erzeugung eines Ringes noch weiter von der Möglichkeit; also bleibt kein Fall übrig, da ein Planet auf die Weise, wie wir es erkläret haben, einen Ring hätte bekommen können, als derjenige, darin der Planet ist, welcher ihn wirklich hat, welches eine nicht geringe Bestärkung der Glaubwürdigkeit unserer Erklärungsart ist.

Was mich aber fast versichert macht, daß der Ring, welcher den Saturn umgiebet, ihm nicht auf diejenige allgemeine Art entstanden und durch die allgemeine Bildungsgesetze erzeugt worden, die durch das ganze System der Planeten geherrschet und dem Saturn auch seine Trabanten verschaffet hat, daß, sage ich, diese äußerliche Materie nicht ihren Stoff dazu hergegeben, sondern er ein Geschöpf des Planeten selber sei, der seine flüchtigsten Teile durch die Wärme erhoben und ihnen durch seine eigene Achsendrehung den Schwung zur Umwendung erteilet hat, ist dieses, daß der Ring nicht so, wie die andern Trabanten desselben, und wie überhaupt alle umlaufende Körper, die in der Begleitung der Hauptplaneten befindlich sein, in der allgemeinen Beziehungsfläche der planetischen Bewegungen gerichtet ist, sondern von ihr sehr abweicht, welches ein sicherer Beweis ist, daß er nicht aus dem allgemeinen Grundstoffe gebildet, und seine Bewegung aus dessen Herabsinken bekommen, sondern von dem Planeten nach längst vollendeter Bildung aufgestiegen, und durch dessen eingepflanzte Umschwungskräfte, als sein abgeschiedener Teil, eine sich auf desselben Achsendrehung beziehende Bewegung und Richtung bekommen habe*).

*) (Anmerkung Kants vom J. 1791 nach Angabe des Herrn Gensichen a. o. a. O. S. 203/4): „Die höchst-

Das Vergnügen, eine von den seltensten Besonderheiten des Himmels in dem ganzen Umfange ihres Wesens und Erzeugung begriffen zu haben, hat uns in eine so weitläuftige Abhandlung verwickelt. Lasset uns mit der Begünstigung unserer gefälligen Leser dieselbe, wo es beliebig, bis zur Ausschweifung treiben, um, nachdem wir uns auf eine angenehme Art willkürlichen Meinungen mit einer Art von Ungebundenheit überlassen haben, mit desto mehrerer Behutsamkeit und Sorgfalt wiederum zu der Wahrheit zurückzukehren.

Könnte man sich nicht einbilden, daß die Erde ebensowohl, wie Saturn, ehemals einen Ring gehabt habe? Er möchte nun von ihrer[a]) Oberfläche ebenso, wie Saturns seiner, aufgestiegen sein, und habe sich lange Zeit erhalten, indessen daß die Erde von einer viel schnelleren Umdrehung, als die gegenwärtige, ist,

---

wahrscheinliche Richtigkeit der Theorie der Erzeugung dieses Ringes aus dunstartigem Stoffe, der sich nach Zentralgesetzen bewegte, wirft zugleich ein sehr vorteilhaftes Licht auf die Theorie von der Entstehung der großen Weltkörper selbst, nach ebendenselben Gesetzen, nur daß ihre Wurfskraft durch den von der allgemeinen Schwere verursachten Fall des zerstreuten Grundstoffs, nicht aber durch die Achsendrehung des Zentralkörpers erzeugt worden; vornehmlich wenn man (ich bediene mich hier eigner Worte des Hrn. Prof. Kant) die durch Herrn Hofrat Lichtenbergs wichtigen Beifall gewürdigte, spätere, als Supplement zur Theorie des Himmels hinzugekommene Meinung damit verbindet: daß nämlich jener dunstförmig im Weltraum verbreitete Urstoff, der alle Materien von unendlich verschiedener Art im elastischen Zustande in sich enthielt, indem er die Weltkörper bildete, es nur dadurch tat, daß die Materien, welche von chemischer Affinität waren, wenn sie in ihrem Falle nach Gravitationsgesetzen aufeinandertrafen, welchselseitig ihre Elastizität vernichteten, dadurch aber dichte Massen und in diesen diejenige Hitze hervorbrachten, welche in den größten Weltkörpern (den Sonnen) äußerlich mit der leuchtenden Eigenschaft, an den kleineren (den Planeten) aber mit innerlicher Wärme verbunden ist."

---

a) „seiner" A. korr. Rosenkranz.

durch wer weiß was vor Ursachen bis zu gegenwärtigem Grade aufgehalten worden, oder daß man dem abwärts sinkenden allgemeinen Grundstoffe es zutrauet, denselben nach den Regeln, die wir oben erkläret, gebildet zu haben; welches man so genau nicht nehmen muß, wenn man seine Neigung zum Sonderbaren vergnügen will. Allein was vor einen[a]) Vorrat von schönen Erläuterungen und Folgen bietet uns eine solche Idee dar. Ein Ring um die Erde! Welche Schönheit eines Anblicks vor diejenige, die erschaffen waren, die Erde als ein Paradies zu bewohnen; wie viel Bequemlichkeit vor diese, welche die Natur von allen Seiten anlachen sollte! Allein dieses ist noch nichts gegen die Bestätigung, die eine solche Hypothese aus der Urkunde der Schöpfungsgeschichte entlehnen kann, und die vor diejenige keine geringe Empfehlung zum Beifalle ist, welche die Ehre der Offenbarung nicht zu entweihen, sondern zu bestätigen glauben, wenn sie sich ihrer bedienen, den Ausschweifungen ihres Witzes dadurch ein Ansehen zu geben. Das Wasser der Veste, deren die Mosaische Beschreibung erwähnet, hat den Auslegern schon nicht wenig Mühe verursachet. Könnte man sich dieses Ringes nicht bedienen, sich aus dieser Schwierigkeit herauszuhelfen? Dieser Ring bestand ohne Zweifel aus wäßrichten Dünsten, und man hat außer dem Vorteile, den er den ersten Bewohnern der Erde verschaffen konnte, noch diesen, ihn im benötigten Falle zerbrechen zu lassen, um die Welt, die solcher Schönheit sich unwürdig gemacht hatte, mit Überschwemmungen zu züchtigen. Entweder ein Komet, dessen Anziehung die regelmäßige Bewegungen seiner Teile in Verwirrung brachte, oder die Verkühlung der Gegend seines Aufenthalts vereinigte dessen zerstreuete Dunstteile, und stürzte sie in einem der allergrausamsten Wolkenbrüche auf den Erdboden nieder. Man weiß leichtlich, was die Folge hievon war. Alle Welt ging im Wasser unter und sog noch über dieses in denen fremden und flüchtigen Dünsten dieses unnatürlichen Regens denjenigen langsamen Gift ein,

a) „ein“ A. korr. Ausg. v. 1797.

der alle Geschöpfe dem Tode und der Zerstörung näher brachte. Nunmehro war die Figur eines blassen und lichten Bogens von dem Horizonte verschwunden, und die neue Welt, welche sich dieses Anblicks niemals erinnern konnte, ohne ein Schrecken vor diesem fürchterlichen Werkzeug der göttlichen Rache zu empfinden, sahe vielleicht mit nicht geringer Bestürzung in dem ersten Regen denjenigen farbichten Bogen, der seiner Figur nach den erstern abzubilden schien, aber durch die Versicherung des versöhnten Himmels ein Gnadenzeichen und Denkmal einer fortwährenden Erhaltung des nunmehro veränderten Erdbodens sein sollte. Die Ähnlichkeit der Gestalt dieses Erinnerungszeichens mit der bezeichneten Begebenheit könnte eine solche Hypothese denenjenigen anpreisen, die der herrschenden Neigung ergeben sind, die Wunder der Offenbarung mit den ordentlichen Naturgesetzen in ein System zu bringen. Ich finde es vor ratsamer, den flüchtigen Beifall, den solche Übereinstimmungen erwecken können, dem wahren Vergnügen völlig aufzuopfern, welches aus der Wahrnehmung des regelmäßigen Zusammenhanges entspringet, wenn physische Analogien einander zur Bezeichnung physischer Wahrheiten unterstützen.

Sechstes Hauptstück.

Von dem Zodiakallichte.

Die Sonne ist mit einem subtilen und dunstigen Wesen umgeben, welches in der Fläche ihres Äquators mit einer nur geringen Ausbreitung auf beiden Seiten bis zu einer großen Höhe sie umgibet, wovon man nicht versichert sein kann, ob es, wie Herr von Mairan es abbildet, in der Figur eines erhaben geschliffenen Glases *(figura lenticulari)* mit der Oberfläche der Sonne zusammenstößt, oder wie der Ring des Saturns allenthalben von ihm abstehet. Es sei nun das eine oder das andere, so bleibet Ähnlichkeit genug übrig, um dieses Phänomenon mit dem Ringe des Saturns in Ver-

gleichung zu stellen und es aus einem übereinkommenden Ursprunge herzuleiten. Wenn diese ausgebreitete Materie ein Ausfluß aus der Sonne ist, wie es denn am wahrscheinlichsten ist, sie davor zu halten, so wird man die Ursache nicht verfehlen können, die sie auf die dem Sonnenäquator gemeine Fläche gebracht hat. Der leichteste und flüchtigste Stoff, den das Sonnenfeuer von dessen Oberfläche erhebet und schon lange erhoben hat, wird durch derselben Wirkung weit über sie fortgetrieben und bleibet, nach Maßgebung seiner Leichtigkeit, in einer Entfernung schweben, wo die forttreibende Wirkung der Strahlen der Schwere dieser Dunstteilchen das Gleichgewicht leistet, oder sie werden von dem Zuflusse neuer Partikeln unterstützet, welche beständig zu ihnen hinzukommen. Nun, weil die Sonne, indem sie sich um die Achse drehet, diesen von ihrer Oberfläche abgerissenen Dünsten ihre Bewegung gleichmäßig eindrückt, so behalten dieselbe einen gewissen Schwung zum Umlaufe, wodurch sie von beiden Seiten, den Zentralgesetzen gemäß, in dem Zirkel ihrer Bewegung die fortgesetzte Äquatorsfläche der Sonne zu durchschneiden bestrebt sein, und daher, weil sie in gleicher Quantität von beiden Hemisphärien sich zu derselben hindringen, daselbst sich mit gleichen Kräften häufen, und eine ausgebreitete Ebene in diesem, auf den Sonnenäquator beziehenden Plan formieren.

Allein ohnerachtet dieser Ähnlichkeit mit dem Saturnusringe bleibt ein wesentlicher Unterschied übrig, welcher das Phänomenon des Zodiakallichtes von jenem sehr abweichend macht. Die Partikeln des erstern erhalten sich durch die eingepflanzte Umdrehungsbewegung in frei schwebendem Zirkellaufe; allein die Teilchen des letztern werden durch die Kraft der Sonnenstrahlen in ihrer Höhe erhalten, ohne welche die ihnen von der Sonnenumwendung beiwohnende Bewegung gar weit fehlen würde, sie im freien Umschwunge vom Falle abzuhalten. Denn da die den Mittelpunkt fliehende Kraft der Achsendrehung auf der Oberfläche der Sonne noch nicht $^1/_{40000}$ der Attraktion ist, so würden diese aufgestiegene Dünste 40 000 halbe Sonnendiameter von ihr entfernet werden müssen, um

in solcher Weite allererst eine Gravitation anzutreffen, der ihre mitgeteilte[a]) Bewegung das Gleichgewicht leisten könnte. Man ist also sicher, dieses Phänomenon der Sonne ihr nicht auf die dem Saturnusringe gleiche Art zuzumessen.

Gleichwohl bleibet eine nicht geringe Wahrscheinlichkeit übrig, daß dieser Halsschmuck der Sonne vielleicht denselben Ursprung erkenne, den die gesamte Natur erkennet, nämlich die Bildung aus dem allgemeinen Grundstoff, dessen Teile, da sie in den höchsten Gegenden der Sonnenwelt herumgeschwebet, nur allererst nach völlig vollendeter Bildung des ganzen Systems zu der Sonne, in einem späten Falle mit geschwächter, aber doch von Abend gegen Morgen gekrümmter Bewegung herabgesunken, und vermittelst dieser Art des Kreislaufes die fortgesetzte Äquatorsfläche derselben durchschnitten, daselbst durch ihre Häufung von beiden Seiten, indem sie sich aufhielten, eine in dieser Stellung ausgebreitete Ebene eingenommen haben, worin sie sich zum Teil durch der Sonnenstrahlen Zurücktreibung, zum Teil durch ihre wirklich erlangte Kreisbewegung jetzo in beständig gleicher Höhe erhalten. Die gegenwärtige Erklärung hat keine andere Würdigkeit, als diejenige, welche Mutmaßungen zukommt, und keinen Anspruch, als nur auf einen willkürlichen Beifall; das Urteil des Lesers mag sich auf diejenige Seite wenden, welche ihm die annehmungswürdigste zu sein dünket.

Siebentes Hauptstück.

Von der Schöpfung im ganzen Umfange ihrer Unendlichkeit, sowohl dem Raume als der Zeit nach.

Das Weltgebäude setzet durch seine unermeßliche Größe und durch die unendliche Mannigfaltigkeit und Schönheit, welche aus ihr[b]) von allen Seiten hervor-

a) „der ihrer mitgeteilten“ Ak. Ausg. „die ihrer mitgeteilten“. Ak. Ausg.

b) „ihm“ Ak. Ausg.

leuchtet, in ein stilles Erstaunen. Wenn die Vorstellung aller dieser Vollkommenheit nun die Einbildungskraft rühret, so nimmt den Verstand andererseits eine andere Art der Entzückung ein, wenn er betrachtet, wie so viel Pracht, so viel Größe aus einer einzigen allgemeinen Regel mit einer ewigen und richtigen Ordnung abfließet. Der planetische Weltbau, in dem die Sonne aus dem Mittelpunkte aller Kreise, mit ihrer mächtigen Anziehung, die bewohnte Kugeln ihres Systems in ewigen Kreisen umlaufend macht, ist gänzlich, wie wir gesehen haben, aus dem ursprünglich ausgebreiteten Grundstoff aller Weltmaterie gebildet worden. Alle Fixsterne, die das Auge an der hohlen Tiefe des Himmels entdecket und die eine Art von Verschwendung anzuzeigen scheinen, sind Sonnen und Mittelpunkte von ähnlichen Systemen. Die Analogie erlaubt es also hier nicht, zu zweifeln, daß diese auf die gleiche Art, wie das, darin wir uns befinden, aus denen kleinsten Teilen der elementarischen Materie, die den leeren Raum, diesen unendlichen Umfang der göttlichen Gegenwart, erfüllete, gebildet und erzeuget worden.

Wenn nun alle Welten und Weltordnung dieselbe Art ihres Ursprunges erkennen, wenn die Anziehung unbeschränkt und allgemein, die Zurückstoßung der Elemente aber ebenfalls durchgehends wirksam, wenn bei dem Unendlichen das Große und Kleine beiderseits klein ist, sollten nicht alle die Weltgebäude gleichermaßen eine beziehende Verfassung und systematische Verbindung untereinander angenommen haben, als die Himmelskörper unserer Sonnenwelt im Kleinen, wie Saturn, Jupiter und die Erde, die vor sich insonderheit Systeme sein und dennoch untereinander als Glieder in einem noch größern zusammenhängen? Wenn man in dem unermeßlichen Raume, darin alle Sonnen der Milchstraße sich gebildet haben, einen Punkt annimmt, um welchen durch, ich weiß nicht was vor eine Ursache die erste Bildung der Natur aus dem Chaos angefangen hat, so wird daselbst die größte Masse und ein Körper von der ungemeinsten Attraktion entstanden sein, der dadurch fähig geworden, in einer ungeheuren Sphäre um sich alle in der Bildung be-

griffene Systeme zu nötigen, sich gegen ihn, als ihren Mittelpunkt, zu senken und um ihn ein gleiches System im Ganzen zu errichten, als derselbe elementarische Grundstoff, der die Planeten bildete, um die Sonne im Kleinen gemacht hat. Die Beobachtung macht diese Mutmaßung beinahe ungezweifelt. Das Heer der Gestirne macht, durch seine beziehende Stellung gegen einen gemeinschaftlichen Plan, ebensowohl ein System aus, als die Planeten unseres Sonnenbaues um die Sonne. Die Milchstraße ist der Zodiakus dieser höheren Weltordnungen, die von seiner Zone so wenig als möglich abweichen, und deren Streif immer von ihrem Lichte erleuchtet ist, so wie der Tierkreis der Planeten von dem Scheine dieser Kugeln, obzwar nur in sehr wenig Punkten, hin und wieder schimmert. Eine jede dieser Sonnen macht mit ihren umlaufenden Planeten vor sich ein besonderes System aus; allein dieses hindert nicht, Teile eines noch größeren Systems zu sein, so wie Jupiter oder Saturn, ungeachtet ihrer eigenen Begleitung, in der systematischen Verfassung eines noch größeren Weltbaues beschränkt sein. Kann man an einer so genauen Übereinstimmung in der Verfassung nicht die gleiche Ursache und Art der Erzeugung erkennen?

Wenn nun die Fixsterne ein System ausmachen, dessen Umfang durch die Anziehungssphäre desjenigen Körpers, der im Mittelpunkte befindlich ist, bestimmet wird, werden nicht mehr Sonnensystemata und, so zu reden, mehr Milchstraßen entstanden sein, die in dem grenzenlosen Felde des Weltraums erzeuget worden? Wir haben mit Erstaunen Figuren am Himmel erblickt, welche nichts anders, als solche, auf einen gemeinschaftlichen Plan beschränkte Fixsternensystemata, solche Milchstraßen, wenn ich mich so ausdrücken darf, sein, die in verschiedenen Stellungen gegen das Auge mit einem, ihrem unendlichen Abstande gemäß geschwächten Schimmer elliptische Gestalten darstellen; es sind Systemata von sozusagen unendlichemal unendlich größerm Durchmesser, als der Diameter unseres Sonnenbaues ist, aber ohne Zweifel auf gleiche Art entstanden, aus gleichen Ursachen geordnet und eingerichtet, und erhalten sich durch ein gleiches Triebwerk, als dieses, in ihrer Verfassung.

Wenn man diese Sternensystemata wiederum als Glieder an der großen Kette der gesamten Natur ansiehet, so hat man ebensoviel Ursache wie vorher, sie in einer gegenseitigen Beziehung zu gedenken, und in Verbindungen, welche kraft des durch die ganze Natur herrschenden Gesetzes der ersten Bildung ein neues, noch größeres System ausmachen, das durch die Anziehung eines Körpers von ungleich mächtigerer Attraktion, als alle die vorige waren, aus dem Mittelpunkte ihrer regelmäßigen Stellungen regieret wird. Die Anziehung, welche die Ursache der systematischen Verfassung unter den Fixsternen der Milchstraße ist, wirket auch noch in der Entfernung eben dieser Weltordnungen, um sie aus ihren Stellungen zu bringen, und die Welt in einem unvermeidlich bevorstehenden Chaos zu begraben, wenn nicht regelmäßig ausgeteilte Schwungskräfte der Attraktion das Gegengewicht leisten und beiderseits in Verbindung diejenige Beziehung hervorbringen, die der Grund der systematischen Verfassung ist. Die Anziehung ist ohne Zweifel eine ebenso weit ausgedehnte Eigenschaft der Materie, als die Koexistenz, welche den Raum macht, indem sie die Substanzen durch gegenseitige Abhängigkeiten verbindet oder, eigentlicher zu reden, die Anziehung ist eben diese allgemeine Beziehung, welche die Teile der Natur in einem Raume vereinigt; sie erstrecket sich also auf die ganze Ausdehnung desselben, bis in alle Weiten ihrer Unendlichkeit. Wenn das Licht von diesen entfernten Systemen zu uns gelanget, das Licht, welches nur eine eingedrückte Bewegung ist, muß nicht vielmehr die Anziehung, diese ursprüngliche Bewegungsquelle, welche eher wie alle Bewegung ist, die keiner fremden Ursache bedarf, auch durch keine Hindernisse kann aufgehalten werden, weil sie in das Innerste der Materie ohne einigen Stoß, selbst bei der allgemeinen Ruhe der Natur wirket, muß, sage ich, die Anziehung nicht diese Fixsternensystemata, ihrer unermeßlichen Entfernungen ungeachtet, bei der ungebildeten Zerstreuung ihres Stoffes im Anfange der Regung der Natur in Bewegung versetzet haben, die ebenso, wie wir im Kleinen gesehen haben, die Quelle der systematischen Verbindung und der dauerhaften

Beständigkeit ihrer Glieder ist, die sie vor dem Verfall sichert?

Aber welches wird denn endlich das Ende der systematischen Einrichtungen sein? wo wird die Schöpfung selber aufhören? Man merket wohl, daß, um sie in einem Verhältnisse mit der Macht des unendlichen Wesens zu gedenken, sie gar keine Grenzen haben müsse. Man kommt der Unendlichkeit der Schöpfungskraft Gottes nicht näher, wenn man den Raum ihrer Offenbarung in einer Sphäre, mit dem Radius der Milchstraße beschrieben, einschließet, als wenn man ihn in eine Kugel beschränken will, die einen Zoll im Durchmesser hat. Alles was endlich, was seine Schranken und ein bestimmtes Verhältnis zur Einheit hat, ist von dem Unendlichen gleich weit entfernet. Nun wäre es ungereimt, die Gottheit mit einem unendlichen kleinen Teile ihres schöpferischen Vermögens in Wirksamkeit zu setzen, und ihre unendliche Kraft, den Schatz einer wahren Unermeßlichkeit von Naturen und Welten untätig und in einem ewigen Mangel der Ausübung verschlossen zu gedenken. Ist es nicht vielmehr anständiger oder, besser zu sagen, ist es nicht notwendig, den Inbegriff der Schöpfung also anzustellen, als er sein muß, um ein Zeugnis von derjenigen Macht zu sein, die durch keinen Maßstab kann abgemessen werden? Aus diesem Grunde ist das Feld der Offenbarung göttlicher Eigenschaften ebenso unendlich, als diese selber sind*). Die Ewig-

*) Der Begriff einer unendlichen Ausdehnung der Welt findet unter den Metaphysikkündigern Gegner und hat nur neulich an dem Herrn M. Weitenkampf einen gefunden. Wenn diese Herren, wegen der angeblichen Unmöglichkeit einer Menge ohne Zahl und Grenzen, sich zu dieser Idee nicht bequemen können, so wollte ich nur vorläufig fragen: ob die künftige Folge der Ewigkeit nicht eine wahre Unendlichkeit von Mannigfaltigkeiten und Veränderungen in sich fassen wird? und ob diese unendliche Reihe nicht auf einmal schon jetzo dem göttlichen Verstande gänzlich gegenwärtig sei? Wenn es nun möglich war, daß Gott den Begriff der Unendlichkeit, der seinem Verstande auf einmal darstehet, in einer aufeinander folgenden Reihe wirklich machen kann, warum sollte derselbe nicht den

keit ist nicht hinlänglich, die Zeugnisse des höchsten Wesens zu fassen, wo sie nicht mit der Unendlichkeit des Raumes verbunden wird. Es ist wahr, die Ausbildung, die Form, die Schönheit und Vollkommenheit sind Beziehungen der Grundstücke und der Substanzen, die den Stoff des Weltbaues ausmachen, und man bemerket es an den Anstalten, die die Weisheit Gottes noch zu aller Zeit trifft; es ist ihr auch am gemäßesten, daß sie sich aus diesen ihnen eingepflanzten allgemeinen Gesetzen durch eine ungezwungene Folge herauswickeln. Und daher kann man mit gutem Grunde setzen, daß die Anordnung und Einrichtung der Weltgebäude, aus dem Vorrate des erschaffenen Naturstoffes in einer Folge der Zeit, nach und nach geschehe; allein die Grundmaterie selber, deren Eigenschaften und Kräfte allen Veränderungen zum Grunde liegen, ist eine unmittelbare Folge des göttlichen Daseins; selbige muß also auf einmal so reich, so vollständig sein, daß die Entwickelung ihrer Zusammensetzungen in dem Abflusse der Ewigkeit sich über einen Plan ausbreiten könne, der alles in sich schließet, was sein kann, der kein Maß annimmt, kurz, der unendlich ist.

Wenn nun also die Schöpfung dem Raume nach unendlich ist oder es wenigstens der Materie nach wirklich von Anbeginn her schon gewesen ist, der Form oder der Ausbildung nach aber es bereit ist,

---

Begriff einer andern Unendlichkeit in einem, dem Raume nach, verbundenen Zusammenhange darstellen und dadurch den Umfang der Welt ohne Grenzen machen können? Indessen, daß man diese Frage wird zu beantworten suchen, so werde ich[a]) mich der Gelegenheit, die sich darbieten wird, bedienen, durch eine aus der Natur der Zahlen gezogene Erläuterung die vermeinte Schwierigkeit zu heben, woferne man, bei genauer Erwägung, es noch als eine, einer Erörterung bedürftige Frage ansehen kann: ob dasjenige, was eine durch die höchste Weisheit begleitete Macht hervorgebracht hat, sich zu offenbaren, zu demjenigen, was sie hat hervorbringen können, sich wie eine Differentialgröße verhalte.

a) „ich“ fehlt in A. korr. Ausg. 1797.

zu werden, so wird der Weltraum mit Welten ohne Zahl und ohne Ende belebet werden. Wird denn nun jene systematische Verbindung, die wir vorher bei allen Teilen insonderheit erwogen haben, auch aufs Ganze gehen und das gesamte Universum, das All der Natur in einem einzigen System, durch die Verbindung der Anziehung und der fliehenden Kraft, zusammenfassen? Ich sage ja; wenn nur lauter abgesonderte Weltgebäude, die untereinander keine vereinte Beziehung zu einem Ganzen hätten, vorhanden wären, so könnte man wohl, wenn man diese Kette von Gliedern als wirklich unendlich annähme, gedenken, daß eine genaue Gleichheit der Anziehung ihrer Teile von allen Seiten diese Systemata von dem Verfall, den ihnen die innere Wechselanziehung drohet, sicher halten könne. Allein hiezu gehöret eine so genaue abgemessene Bestimmung in denen nach der Attraktion abgewogenen Entfernungen, daß auch die geringste Verrückung dem Universo den Untergang zuziehen und sie in langen Perioden, die aber doch endlich zu Ende laufen müssen, dem Umsturze überliefern würde. Eine Weltverfassung, die sich ohne ein Wunder nicht erhielt, hat nicht den Charakter der Beständigkeit, die das Merkmal der Wahl Gottes ist; man trifft es also dieser weit anständiger, wenn man[a]) der gesamten Schöpfung ein einziges System machet, welches alle Welten und Weltordnungen, die den ganzen unendlichen Raum ausfüllen, auf einen einzigen Mittelpunkt beziehend macht. Ein zerstreuetes Gewimmel von Weltgebäuden, sie möchten auch durch noch so weite Entfernungen voneinander getrennet sein, würde mit einem unverhinderten Hang zum Verderben und zur Zerstörung eilen, wenn nicht eine gewisse beziehende Einrichtung gegen einen allgemeinen Mittelpunkt, das Zentrum der Attraktion des Universi und den Unterstützungspunkt der gesamten Natur, durch systematische Bewegungen getroffen wäre.

Um diesen allgemeinen Mittelpunkt der Senkung

a) Hartenstein, Kehrbach, Kirchmann wenn „man aus der“.

der ganzen Natur, sowohl der gebildeten als der rohen, in welchem sich ohne Zweifel der Klumpen von der ausnehmendsten Attraktion befindet, der in seine Anziehungssphäre alle Welten und Ordnungen, die die Zeit hervorgebracht hat und die Ewigkeit hervorbringen wird, begreifet, kann man mit Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Natur den Anfang ihrer Bildung gemacht und daß daselbst auch die Systemen am dichtesten gehäufet sein; weiter von demselben aber in der Unendlichkeit des Raumes sich mit immer größeren Graden der Zerstreuung verlieren. Man könnte diese Regel aus der Analogie unseres Sonnenbaues abnehmen, und diese Verfassung kann ohnedem dazu dienen, daß in großen Entfernungen nicht allein der allgemeine Zentralkörper, sondern auch alle um ihn zunächst laufende Systemata ihre Anziehung zusammen vereinigen und sie gleichsam aus einem Klumpen gegen die Systemata des noch weiteren Abstandes ausüben. Dieses wird alsdenn mit dazu behilflich sein, die ganze Natur in der ganzen Unendlichkeit ihrer Erstreckung in einem einzigen Systema zu begreifen.

Um nun der Errichtung dieses allgemeinen Systems der Natur aus den mechanischen Gesetzen der zur Bildung strebenden Materie nachzuspüren, so muß, in dem unendlichen Raume des ausgebreiteten elementarischen Grundstoffes, an irgendeinem Orte dieser Grundstoff die dichteste Häufung gehabt haben, um durch die daselbst geschehende vorzügliche Bildung dem gesamten Universo eine Masse verschaffet zu haben, die ihm zum Unterstützungspunkt dienete. Es ist zwar an dem, daß in einem unendlichen Raume kein Punkt eigentlich das Vorrecht haben kann, der Mittelpunkt zu heißen; aber vermittelst einer gewissen Verhältnis, die sich auf die wesentliche Grade der Dichtigkeit des Urstoffes gründet, nach welcher diese zugleich mit ihrer[a]) Schöpfung an einem gewissen Orte vorzüglich dichter gehäufet, und mit den Weiten von demselben in der Zerstreuung zunimmt, kann ein solcher Punkt das Vorrecht haben, der Mittelpunkt zu

a) „nach welchem dieser zugleich mit seiner“ Ak. Ausg.

heißen; und er wird es auch wirklich durch die Bildung der Zentralmasse von der kräftigsten Anziehung in demselben, zu dem sich alle übrige, in Partikularbildungen begriffene, elementarische Materie senket, und dadurch, soweit sich auch die Auswickelung der Natur erstrecken mag, in der unendlichen Sphäre der Schöpfung aus dem ganzen All nur ein einziges System macht.

Das ist aber was Wichtiges, und welches, woferne es Beifall erlanget, der größesten Aufmerksamkeit würdig ist, daß der Ordnung der Natur in diesem unserm System zufolge die Schöpfung, oder vielmehr die Ausbildung der Natur bei diesem Mittelpunkte zuerst anfängt, und mit stetiger Fortschreitung nach und nach in alle fernere Weiten ausgebreitet wird, um den unendlichen Raum in dem Fortgange der Ewigkeit mit Welten und Ordnungen zu erfüllen. Lasset uns dieser Vorstellung einen Augenblick mit stillem Vergnügen nachhängen. Ich finde nichts, das den Geist des Menschen zu einem edleren Erstaunen erheben kann, indem es ihm eine Aussicht in das unendliche Feld der Allmacht eröffnet, als diesen Teil der Theorie, der die successive Vollendung der Schöpfung betrifft. Wenn man mir zugibt, daß die Materie, die der Stoff zu Bildung aller Welten ist, in dem ganzen unendlichen Raume der göttlichen Gegenwart nicht gleichförmig, sondern nach einem gewissen Gesetze ausgebreitet gewesen, das sich vielleicht auf die Dichtigkeit der Partikeln bezog, und nach welchem von einem gewissen Punkte, als dem Orte der dichtesten Häufung, mit den Weiten von diesem Mittelpunkte die Zerstreuung des Urstoffes zunahm, so wird in der ursprünglichen Regung der Natur die Bildung zunächst diesem Zentro angefangen, und denn in fortschreitender Zeitfolge der weitere Raum nach und nach Welten und Weltordnungen mit einer gegen diesen sich beziehenden systematischen Verfassung gebildet haben. Ein jeder endlicher Periodus, dessen Länge zu der Größe des zu vollbringenden Werks ein Verhältnis hat, wird immer nur eine endliche Sphäre, von diesem Mittelpunkte an, zur Ausbildung bringen; der übrige unendliche Teil wird indessen noch mit

der Verwirrung und dem Chaos streiten, und um so viel weiter von dem Zustande der vollendeten Bildung entfernet sein, je weiter dessen Abstand von der Sphäre der schon ausgebildeten Natur entfernet ist. Diesem zufolge, ob wir gleich von dem Orte unseres Aufenthalts in dem Universo eine Aussicht[a]) in eine, wie es scheinet, völlig vollendete Welt und, so zu reden, in ein unendliches Heer von Weltordnungen, die systematisch verbunden sind, haben, so befinden wir uns doch eigentlich nur in einer Nahheit zum Mittelpunkte der ganzen Natur, wo diese sich schon aus dem Chaos ausgewickelt und ihre gehörige Vollkommenheit erlanget hat. Wenn wir eine gewisse Sphäre überschreiten könnten, würden wir daselbst das Chaos und die Zerstreuung der Elemente erblicken, die nach dem Maße, als sie sich diesem Mittelpunkte näher befinden, den rohen Zustand zum Teil verlassen und der Vollkommenheit der Ausbildung[b]) näher sind, mit den Graden der Entfernung aber sich nach und nach in einer völligen Zerstreuung verlieren. Wir würden[c]) sehen, wie der unendliche Raum der göttlichen Gegenwart, darin der Vorrat zu allen möglichen Naturbildungen anzutreffen ist, in einer stillen Nacht begraben, voll von Materie, den künftig zu erzeugenden Welten zum Stoffe zu dienen, und von Triebfedern, sie in Bewegung zu bringen, die mit einer schwachen Regung diejenige Bewegungen anfangen, womit die Unermeßlichkeit dieser öden Räume dereinst noch soll belebet werden. Es ist vielleicht eine Reihe von Millionen Jahren und Jahrhunderten verflossen, ehe die Sphäre der gebildeten Natur, darin wir uns befinden, zu der Vollkommenheit gediehen ist, die ihr jetzt beiwohnet; und es wird vielleicht ein ebenso langer Periodus vergehen, bis die Natur einen ebenso weiten Schritt in dem Chaos tut; allein die Sphäre der ausgebildeten Natur ist unaufhörlich beschäftiget, sich auszubreiten. Die Schöpfung ist nicht das Werk von einem Augenblicke. Nachdem sie mit der Her-

a) „Aufsicht“ A. korr. Ausg. 1797.
b) „Ausübung“ korr. Ausg. 1797.
c) „Wer würde“ A. korr. Tieftrunk.

vorbringung einer Unendlichkeit von Substanzen und Materie den Anfang gemachet hat, so ist sie mit immer zunehmenden Graden der Fruchtbarkeit die ganze Folge der Ewigkeit hindurch wirksam. Es werden Millionen und ganze Gebirge von Millionen Jahrhunderten verfließen, binnen welchen immer neue Welten und Weltordnungen nacheinander in denen entfernten Weiten von dem Mittelpunkte der Natur sich bilden und zur Vollkommenheit gelangen werden; sie werden, ohnerachtet der systematischen Verfassung, die unter ihren Teilen ist, eine allgemeine Beziehung auf den Mittelpunkt erlangen, welcher der erste Bildungspunkt und das Zentrum der Schöpfung durch das Anziehungsvermögen seiner vorzüglichen Masse geworden ist. Die Unendlichkeit der künftigen Zeitfolge, womit die Ewigkeit unerschöpflich ist, wird alle Räume der Gegenwart Gottes ganz und gar beleben und in die Regelmäßigkeit, die der Trefflichkeit seines Entwurfes gemäß ist, nach und nach versetzen; und wenn man mit einer kühnen Vorstellung die ganze Ewigkeit sozusagen in einem Begriffe zusammenfassen könnte, so würde man auch den ganzen unendlichen Raum mit Weltordnungen angefüllet und die Schöpfung vollendet ansehen können. Weil aber in der Tat von der Zeitfolge der Ewigkeit der rückständige Teil allemal unendlich und der abgeflossene endlich ist, so ist die Sphäre der ausgebildeten Natur allemal nur ein unendlich kleiner Teil desjenigen Inbegriffs, der den Samen zukünftiger Welten in sich hat und sich aus dem rohen Zustande des Chaos in längern oder kürzern Perioden auszuwickeln trachtet. Die Schöpfung ist niemals vollendet. Sie hat zwar einmal angefangen, aber sie wird niemals aufhören. Sie ist immer geschäftig, mehr Auftritte der Natur, neue Dinge und neue Welten hervorzubringen. Das Werk, welches sie zustande bringet, hat ein Verhältnis zu der Zeit, die sie darauf anwendet. Sie braucht nichts weniger als eine Ewigkeit, um die ganze grenzenlose Weite der unendlichen Räume mit Welten ohne Zahl und ohne Ende zu beleben. Man kann von ihr dasjenige sagen, was der erhabenste unter den deutschen Dichtern von der Ewigkeit schreibet:

Unendlichkeit! wer misset dich?
Vor dir sind Welten Tag, und Menschen Augenblicke;
Vielleicht die tausendste der Sonnen wälzt jetzt sich,
Und tausend bleiben noch zurücke.
Wie eine Uhr, beseelt durch ein Gewicht,
Eilt eine Sonn', aus Gottes Kraft bewegt;
Ihr Trieb läuft ab, und eine andre schlägt,
Du aber bleibst, und zählst sie nicht.

v. Haller.

Es ist ein nicht geringes Vergnügen, mit seiner Einbildungskraft über die Grenze der vollendeten Schöpfung in den Raum des Chaos auszuschweifen und die halb rohe Natur, in der Nahheit zur Sphäre der ausgebildeten Welt, sich nach und nach durch alle Stufen und Schattierungen der Unvollkommenheit in dem ganzen ungebildeten Raume verlieren zu sehen. Aber ist es nicht eine tadelnswürdige Kühnheit, wird man sagen, eine Hypothese aufzuwerfen und sie als einen Vorwurf der Ergötzung des Verstandes anzupreisen, welche vielleicht nur gar zu willkürlich ist, wenn man behauptet, daß die Natur nur einem unendlich kleinen Teile nach ausgebildet sei, und unendliche Räume noch mit dem Chaos streiten, um in der Folge künftiger Zeiten ganze Heere von Welten und Weltordnungen, in aller gehörigen Ordnung und Schönheit, darzustellen? Ich bin den Folgen, die meine Theorie darbietet, nicht so sehr ergeben, daß ich nicht erkennen sollte, wie die Mutmaßung von der successiven Ausbreitung der Schöpfung durch die unendliche Räume, die den Stoff dazu in sich fassen, den Einwurf der Unerweislichkeit nicht völlig ablehnen könne. Indessen verspreche ich mir doch von denenjenigen, welche die Grade der Wahrscheinlichkeit zu schätzen imstande sind, daß eine solche Karte der Unendlichkeit, ob sie gleich einen Vorwurf begreifet, der bestimmt zu sein scheinet, dem menschlichen Verstande auf ewig verborgen zu sein, nicht um deswillen sofort als ein Hirngespinste werde angesehen werden, vornehmlich wenn man die Analogie zu Hilfe nimmt, welche uns allemal in solchen Fällen leiten muß, wo dem Verstande der Faden der untrüglichen Beweise mangelt.

Man kann aber auch die Analogie noch durch annehmungswürdige Gründe unterstützen, und die Ein-

sicht des Lesers, wofern ich mich solchen Beifalls schmeicheln darf, wird sie vielleicht mit noch wichtigern vermehren können. Denn wenn man erwäget, daß die Schöpfung den Charakter der Beständigkeit nicht mit sich führet, wofern sie der allgemeinen Bestrebung der Anziehung, die durch alle ihre Teile wirket, nicht eine ebenso durchgängige Bestimmung entgegensetzet, die dem Hange der ersten zum Verderben und zur Unordnung genugsam widerstehen kann, wenn sie nicht Schwungskräfte ausgeteilet hat, die in der Verbindung mit der Zentralneigung eine allgemeine systematische Verfassung festsetzen, so wird man genötiget, einen allgemeinen Mittelpunkt des ganzen Weltalls anzunehmen, der[a]) alle Teile desselben in verbundener Beziehung zusammenhält und aus dem ganzen Inbegriff der Natur nur ein System machet. Wenn man hiezu den Begriff von der Bildung der Weltkörper aus der zerstreueten, elementarischen Materie füget, wie wir ihn in dem Vorhergehenden entworfen haben, jedoch ihn allhier nicht auf ein absonderliches System einschränkt, sondern über die ganze Natur ausdehnet, so wird man genötiget, eine solche Austeilung des Grundstoffes in dem Raume des ursprünglichen Chaos zu gedenken, die natürlicherweise einen Mittelpunkt der ganzen Schöpfung mit sich bringet, damit in diesen die wirksame Masse, die in ihrer Sphäre die gesamte Natur begreift, zusammengebracht, und die durchgängige Beziehung bewirket werden könne, wodurch alle Welten nur ein einziges Gebäude ausmachen. Es kann aber in dem unendlichen Raume kaum eine Art der Austeilung des ursprünglichen Grundstoffes gedacht werden, die einen wahren Mittel- und Senkungspunkt der gesamten Natur setzen sollte, als wenn sie nach einem Gesetze der zunehmenden Zerstreuung, von diesem Punkte an, in alle ferne Weiten eingerichtet ist. Dieses Gesetze aber setzet zugleich einen Unterscheid in der Zeit, die ein System in den verschiedenen Gegenden des unendlichen Raumes gebrauchet, zur Reife seiner Ausbildung zu kommen, so daß diese Periode desto kürzer ist,

a) „die“ A.

je näher der Bildungsplatz eines Weltbaues sich dem Zentro der Schöpfung befindet, weil daselbst die Elemente des Stoffes dichter gehäufet sind, und dagegen um desto länger Zeit erfordert, je weiter der Abstand ist, weil die Partikeln daselbst zerstreueter sind und später zur Bildung zusammenkommen.

Wenn man die ganze Hypothese, die ich entwerfe, in dem ganzen Umfange sowohl dessen, was ich gesagt habe, als was ich noch eigentlich darlegen werde, erwäget, so wird man die Kühnheit ihrer Forderungen wenigstens nicht vor unfähig halten, eine Entschuldigung anzunehmen. Man kann den unvermeidlichen Hang, den ein jegliches zur Vollkommenheit gebrachtes Weltgebäude nach und nach zu seinem Untergange hat, unter die Gründe rechnen, die es bewähren können, daß das Universum dagegen in andern Gegenden an Welten fruchtbar sein werde, um den Mangel zu ersetzen, den es an einem Orte erlitten hat. Das ganze Stück der Natur, das wir kennen, ob es gleich nur ein Atomus in Ansehung dessen ist, was über oder unter unserem Gesichtskreise verborgen bleibt, bestätiget doch diese Fruchtbarkeit der Natur, die ohne Schranken ist, weil sie nichts anders als die Ausübung der göttlichen Allmacht selber ist. Unzählige Tiere und Pflanzen werden täglich zerstöret und sind ein Opfer der Vergänglichkeit; aber nicht weniger bringet die Natur, durch ein unerschöpftes Zeugungsvermögen, an andern Orten wiederum hervor und füllet das Leere aus. Beträchtliche Stücke des Erdbodens, den wir bewohnen, werden wiederum in dem Meere begraben, aus dem sie ein günstiger Periodus hervorgezogen hatte; aber an anderen Orten ergänzet die Natur den Mangel und bringet andere Gegenden hervor, die in der Tiefe des Wassers[a]) verborgen waren, um neue Reichtümer ihrer Fruchtbarkeit über dieselbe auszubreiten. Auf die gleiche Art vergehen Welten und Weltordnungen und werden von dem Abgrunde der Ewigkeiten verschlungen; dagegen ist die Schöpfung immerfort geschäftig, in andern Himmelsgegenden neue Bildungen zu verrichten und den Abgang mit Vorteile zu ergänzen.

a) „Wesens“ A. korr. in der Ausgabe von 1797.

Man darf nicht erstaunen, selbst in dem Großen der Werke Gottes eine Vergänglichkeit zu verstatten. Alles was endlich ist, was einen Anfang und Ursprung hat, hat das Merkmal seiner eingeschränkten Natur in sich; es muß vergehen und ein Ende haben. Die Dauer eines Weltbaues hat durch die Vortrefflichkeit ihrer Errichtung eine Beständigkeit in sich, die, unsern Begriffen nach, einer unendlichen Dauer nahe kommt. Vielleicht werden tausend, vielleicht Millionen Jahrhunderte sie nicht vernichten; allein weil die Eitelkeit, die an denen endlichen Naturen haftet, beständig an ihrer Zerstörung arbeitet, so wird die Ewigkeit alle mögliche Perioden in sich halten, um durch einen allmählichen Verfall den Zeitpunkt ihres Unterganges doch endlich herbeizuführen. Newton, dieser große Bewunderer der Eigenschaften Gottes aus der Vollkommenheit seiner Werke, der mit der tiefsten Einsicht in die Trefflichkeit der Natur die größte Ehrfurcht gegen die Offenbarung der göttlichen Allmacht verband, sahe sich genötiget, der Natur ihren Verfall durch den natürlichen Hang, den die Mechanik der Bewegungen dazu hat, vorher zu verkündigen. Wenn eine systematische Verfassung durch die wesentliche Folge der Hinfälligkeit in großen Zeitläuften auch den allerkleinsten Teil, den man sich nur gedenken mag, dem Zustande ihrer Verwirrung nähert, so muß in dem unendlichen Ablaufe der Ewigkeit doch ein Zeitpunkt sein, da diese allmähliche Verminderung alle Bewegung erschöpfet hat.

Wir dürfen aber den Untergang eines Weltgebäudes nicht als einen wahren Verlust der Natur bedauren. Sie beweiset ihren Reichtum in einer Art von Verschwendung, welche, indem einige Teile der Vergänglichkeit den Tribut bezahlen, sich durch unzählige neue Zeugungen in dem ganzen Umfange ihrer Vollkommenheit unbeschadet erhält. Welch eine unzählige Menge Blumen und Insekten zerstöret ein einziger kalter Tag; aber wie wenig vermisset man sie, ohnerachtet es herrliche Kunstwerke der Natur und Beweistümer der göttlichen Allmacht sein; an einem andern Orte wird dieser Abgang mit Überfluß wiederum ersetzet. Der Mensch, der das Meisterstück der Schöp-

fung zu sein scheinet, ist selbst von diesem Gesetze nicht ausgenommen. Die Natur beweiset, daß sie ebenso reich, ebenso unerschöpfet in Hervorbringung des Trefflichsten unter den Kreaturen, als des Geringschätzigsten ist und daß selbst deren Untergang eine notwendige Schattierung in der Mannigfaltigkeit ihrer Sonnen ist, weil die Erzeugung derselben ihr nichts kostet. Die schädlichen Wirkungen der angesteckten Luft, die Erdbeben, die Überschwemmungen vertilgen ganze Völker von dem Erdboden; allein es scheinet nicht, daß die Natur dadurch einigen Nachteil erlitten habe. Auf gleiche Weise verlassen ganze Welten und Systemen den Schauplatz, nachdem sie ihre Rolle ausgespielet haben. Die Unendlichkeit der Schöpfung ist groß genug, um eine Welt oder eine Milchstraße von Welten gegen sie anzusehen, wie man eine Blume oder ein Insekt in Vergleichung gegen die Erde ansiehet. Indessen, daß die Natur mit veränderlichen Auftritten die Ewigkeit auszieret, bleibt Gott in einer unaufhörlichen Schöpfung geschäftig, den Zeug zur Bildung noch größerer Welten zu formen.

Der stets mit einem gleichen Auge, weil er der Schöpfer ja von allen,
Sieht einen Helden untergehn und einen kleinen Sperling fallen,
Sieht eine Wasserblase springen und eine ganze Welt vergehn.
Pope, nach Brockes' Übersetzung.

Laßt uns also unser Auge an diese erschreckliche Umstürzungen, als an die gewöhnlichen Wege der Vorsehung gewöhnen und sie sogar mit einer Art von Wohlgefallen ansehen. Und in der Tat ist dem Reichtume der Natur nichts anständiger, als dieses. Denn wenn ein Weltsystem in der langen Folge seiner Dauer alle Mannigfaltigkeit erschöpfet, die seine Einrichtung fassen kann, wenn es nun ein überflüssiges Glied in der Kette der Wesen geworden, so ist nichts geziemender, als daß es in dem Schauspiele der ablaufenden Veränderungen des Universi die letzte Rolle spielet, die jedem endlichen Dinge gebühret, nämlich der Vergänglichkeit ihr Gebühr abtrage. Die Natur zeiget, wie gedacht, schon in dem kleinen Teile ihres Inbegriffes diese Regel ihres Verfahrens, die das ewige Schicksal ihr im Ganzen vorgeschrieben hat, und ich sage es nochmals, die Größe desjenigen,

was untergehen soll, ist hierin nicht im geringsten hinderlich; denn alles was groß ist, wird klein, ja es wird gleichsam nur ein Punkt, wenn man es mit dem Unendlichen vergleicht, welches die Schöpfung in dem unbeschränkten Raume die Folge der Ewigkeit hindurch darstellen wird.

Es scheinet, daß dieses denen Welten so wie allen Naturdingen verhängte Ende einem gewissen Gesetze unterworfen sei, dessen Erwägung der Theorie einen neuen Zug der Anständigkeit gibet. Nach demselben hebt es bei denen Weltkörpern an, die sich dem Mittelpunkte des Weltalls am nächsten befinden, so wie die Erzeugung und Bildung neben diesem Zentro zuerst angefangen; von da breitet sich das Verderben und die Zerstörung nach und nach in die weiteren Entfernungen aus, um alle Welt, welche ihre Periode zurückgeleget hat, durch einen allmählichen Verfall der Bewegungen zuletzt in einem einzigen Chaos zu begraben. Anderseits ist die Natur auf der entgegengesetzten Grenze der ausgebildeten Welt unablässig beschäftiget, aus dem rohen Zeuge der zerstreueten Elemente Welten zu bilden, und indem sie an der einen Seite neben dem Mittelpunkte veraltet, so ist sie auf der andern jung und an neuen Zeugungen fruchtbar. Die ausgebildete Welt befindet sich diesem nach zwischen den Ruinen der zerstörten und zwischen dem Chaos der ungebildeten Natur mitten inne beschränket: und wenn man, wie es wahrscheinlich ist, sich vorstellet, daß eine schon zur Vollkommenheit gediehene Welt eine längere Zeit dauren könne, als sie bedurft hat, gebildet zu werden, so wird, ungeachtet aller der Verheerungen, die die Vergänglichkeit unaufhörlich anrichtet, der Umfang des Universi dennoch überhaupt zunehmen.

Will man aber noch zuletzt einer Idee Platz lassen, die ebenso wahrscheinlich, als der Verfassung der göttlichen Werke wohlanständig ist, so wird die Zufriedenheit, welche eine solche Abschilderung der Veränderungen der Natur erreget, bis zum höchsten Grade des Wohlgefallens erhoben. Kann man nicht glauben, die Natur, welche vermögend war, sich aus dem Chaos in eine regelmäßige Ordnung und in ein geschicktes

System zu setzen, sei ebenfalls imstande, aus dem neuen Chaos, darin sie die Verminderung ihrer Bewegungen versenket hat, sich wiederum ebenso leicht herzustellen und die erste Verbindung zu erneuren? Können die Federn, welche den Stoff der zerstreuten Materie in Bewegung und Ordnung brachten, nachdem sie der Stillstand der Maschine zur Ruhe gebracht hat, durch erweiterte Kräfte nicht wiederum in Wirsamkeit gesetzt werden und sich nach ebendenselben allgemeinen Regeln zur Übereinstimmung einschränken, wodurch die ursprüngliche Bildung zuwege gebracht worden ist? Man wird nicht lange Bedenken tragen, dieses zuzugeben, wenn man erwäget, daß, nachdem die endliche Mattigkeit der Umlaufsbewegungen in dem Weltgebäude die Planeten und Kometen insgesamt auf die Sonne niedergestürzt hat, dieser ihre Glut einen unermeßlichen Zuwachs durch die Vermischung so vieler und großer Klumpen bekommen muß, vornehmlich da die entfernete Kugeln des Sonnensystems, unserer vorher erwiesenen Theorie zufolge, den leichtesten und im Feuer wirksamsten Stoff der ganzen Natur in sich enthalten. Dieses, durch neue Nahrung und die flüchtigste Materie in die größte Heftigkeit versetzte Feuer wird ohne Zweifel nicht allein alles wiederum in die kleinsten Elemente auflösen, sondern auch dieselbe in dieser Art, mit einer der Hitze gemäßen Ausdehnungskraft und mit einer Schnelligkeit, welche durch keinen Widerstand des Mittelraums geschwächet wird, in dieselben weiten Räume wiederum ausbreiten und zerstreuen, welche sie vor der ersten Bildung der Natur eingenommen hatten, um, nachdem die Heftigkeit des Zentralfeuers durch eine beinahe gänzliche Zerstreuung ihrer Masse gedämpfet worden, durch Verbindung der Attraktions- und Zurückstoßungskräfte die alten Zeugungen und systematisch beziehende Bewegungen mit nicht minderer Regelmäßigkeit zu wiederholen und ein neues Weltgebäude darzustellen. Wenn denn ein besonderes Planetensystem auf diese Weise in Verfall geraten und durch wesentliche Kräfte sich daraus wiederum hergestellet hat, wenn es wohl gar dieses Spiel mehr wie einmal wiederholet, so wird endlich die Periode herannahen,

die auf gleiche Weise das große System, darin die Fixsterne Glieder sein, durch den Verfall ihrer Bewegungen, in einem Chaos versammlen wird. Man wird hier noch weniger zweifeln, daß die Vereinigung einer so unendlichen Menge Feuerschätze, als diese brennenden Sonnen sind, zusamt dem Gefolge ihrer Planeten den Stoff ihrer Massen, durch die unnennbare Glut aufgelöset, in den alten Raum ihrer Bildungssphäre zerstreuen und daselbst die Materalien zu neuen Bildungen durch dieselbe mechanische Gesetze hergeben werden, woraus wiederum der öde Raum mit Welten und Systemen kann belebet werden. Wenn wir denn diesem[a]) Phönix der Natur, der sich nur darum verbrennet, um aus seiner Asche wiederum verjüngt aufzuleben, durch alle Unendlichkeit der Zeiten und Räume hindurch folgen; wenn man siehet, wie sie sogar in der Gegend, da sie verfällt und veraltet, an neuen Auftritten unerschöpft, und auf der andern Grenze der Schöpfung in dem Raum der ungebildeten rohen Materie mit stetigen Schritten zur Ausdehnung des Plans der göttlichen Offenbarung fortschreitet, um die Ewigkeit sowohl, als alle Räume mit ihren Wundern zu füllen, so versenket sich der Geist, der alles dieses überdenket, in ein tiefes Erstaunen; aber annoch mit diesem so großen Gegenstande unzufrieden, dessen Vergänglichkeit die Seele nicht gnugsam zufriedenstellen kann, wünschet er dasjenige Wesen von nahem kennen zu lernen, dessen Verstand, dessen Größe die Quelle desjenigen Lichtes ist, das sich über die gesamte Natur gleichsam als aus einem Mittelpunkte ausbreitet. Mit welcher Art der Ehrfurcht muß nicht die Seele sogar ihr eigen Wesen ansehen, wenn sie betrachtet, daß sie noch alle diese Veränderungen überleben soll; sie kann zu sich selber sagen, was der philosophische Dichter von der Ewigkeit saget:

Wenn denn ein zweites Nichts wird diese Welt begraben;
Wenn von dem Alles selbst nichts bleibet, als die Stelle;
Wenn mancher Himmel noch, von andern Sternen helle,
Wird seinen Lauf vollendet haben:
Wirst du so jung, als jetzt, von deinem Tod gleich weit,
Gleich ewig künftig sein, wie heut.

v. Haller.

a) „diesen“ A.

O glücklich, wenn sie unter dem Tumult der Elemente und den Träumen[a]) der Natur jederzeit auf eine Höhe gesetzet ist, von da sie die Verheerungen, die die Hinfälligkeit den Dingen der Welt verursacht, gleichsam unter ihren Füßen kann vorbeirauschen sehen. Eine Glückseligkeit, welche die Vernunft nicht einmal zu erwünschen sich erkühnen darf, lehret uns die Offenbarung mit Überzeugung hoffen. Wenn denn die Fesseln, welche uns an die Eitelkeit der Kreaturen geknüpft halten, in dem Augenblicke, welcher zu der Verwandlung unseres Wesens bestimmt worden, abgefallen sein, so wird der unsterbliche Geist, von der Abhängigkeit der endlichen Dinge befreiet, in der Gemeinschaft mit dem unendlichen Wesen den Genuß der wahren Glückseligkeit finden. Die ganze Natur, welche eine allgemeine harmonische Beziehung zu dem Wohlgefallen der Gottheit hat, kann diejenige vernünftige Kreatur nicht anders als mit immerwährender Zufriedenheit erfüllen, die sich mit dieser Urquelle aller Vollkommenheit vereint befindet. Die Natur von diesem Mittelpunkte aus gesehen, wird von allen Seiten lauter Sicherheit, lauter Wohlanständigkeit zeigen. Die veränderlichen Szenen der Natur vermögen nicht den Ruhestand der Glückseligkeit eines Geistes zu verrücken, der einmal zu solcher Höhe erhoben ist. Indem er diesen Zustand mit einer süßen Hoffnung schon zum voraus kostet, kann er seinen Mund in denjenigen Lobgesängen üben, davon dereinst alle Ewigkeiten erschallen sollen.

Wenn dereinst der Bau der Welt in sein Nichts zurückgeeilet
Und sich deiner Hände Werk nicht durch Tag und Nacht mehr teilet;
Denn soll mein gerührt Gemüte sich, durch dich gestärkt, bemühn,
In Verehrung deiner Allmacht stets vor deinen Thron zu ziehn.
Mein von Dank erfüllter Mund soll durch alle Ewigkeiten
Dir und deiner Majestät ein unendlich Lob bereiten;
Ist dabei gleich kein vollkommnes, denn, o Herr! so groß bist du,
Dich nach Würdigkeit zu loben, reicht die Ewigkeit nicht zu.
Addison, nach Gottsched's Übersetzung.

a) „Trümmern" Hartenstein, Rosenkranz, Ak. Ausg.

Zugabe

zum siebenten Hauptstücke.

Allgemeine Theorie und Geschichte der Sonne überhaupt.

Es ist noch eine Hauptfrage, deren Auflösung in der Naturlehre des Himmels und in einer vollständigen Kosmogonie unentbehrlich ist. Woher wird nämlich der Mittelpunkt eines jeden Systems von einem flammenden Körper eingenommen? Unser planetischer Weltbau hat die Sonne zum Zentralkörper, und die Fixsterne, die wir sehen, sind allem Ansehen nach Mittelpunkte ähnlicher Systematum.

Um zu begreifen, woher in der Bildung eines Weltgebäudes der Körper, der zum Mittelpunkte der Attraktion dienet, ein feuriger Körper hat werden müssen, indessen daß die übrige Kugeln seiner Anziehungssphäre dunkele und kalte Weltkörper blieben, darf man nur die Art der Erzeugung eines Weltbaues sich zurückerinnern, die wir in dem Vorhergehenden umständlich entworfen haben. In dem weit ausgedehnten Raume, darin der ausgebreitete elementarische Grundstoff sich zu Bildungen und systematischen Bewegungen anschickt, bilden sich die Planeten und Kometen nur allein aus demjenigen Teile des zum Mittelpunkte der Attraktion sinkenden elementarischen Grundstoffes, welcher durch den Fall und die Wechselwirkung den[a]) gesamten Partikeln zu der genauen Einschränkung der Richtung und Geschwindigkeit, die zum Umschwunge erfordert wird, bestimmt worden. Dieser Teil ist, wie oben dargetan worden, der mindeste von der ganzen Menge der abwärts sinkenden Materie, und zwar nur der Ausschuß dichterer Sorten, welche durch den Widerstand der andern zu diesem Grade der Genauheit haben gelangen können. Es befinden sich in diesem Gemenge heranschwebende Sorten vorzüglicher Leichtigkeit, die, durch die Widerstrebung des Raumes gehindert, durch ihren Fall zu der gehörigen Schnelligkeit der periodischen Umwendungen

a) „der“ Ak. Ausg.

nicht durchdringen, und die folglich in der Mattigkeit ihres Schwunges insgesamt zu dem Zentralkörper hinabgestürzet werden. Weil nun eben diese leichteren und flüchtigen Teile auch die wirksamsten sein, das Feuer zu unterhalten, so sehen wir, daß durch ihren Zusatz der Körper und Mittelpunkt des Systems den Vorzug erhält, eine flammende Kugel, mit einem Worte, eine Sonne zu werden. Dagegen wird der schwerere und unkräftige Stoff und der Mangel dieser feuernährenden Teilchen aus den Planeten nur kalte und tote Klumpen machen, die solcher Eigenschaft beraubt sein.

Dieser Zusatz so leichter Materien ist es auch, wodurch die Sonne die spezifisch mindere Dichtigkeit überkommen hat, dadurch sie auch sogar unserer Erde, dem dritten Planeten in dem Abstande von ihr, 4mal an Dichtigkeit nachstehet; obgleich es natürlich ist, zu glauben, daß[a]) in diesem Mittelpunkte des Weltbaues, als in dessen niedrigstem Orte, die schwersten und dichtesten Gattungen der Materie sich befinden sollten, wodurch sie, ohne den Zusatz einer so großen Menge des leichtesten Stoffes, die Dichtigkeit aller Planeten übertreffen würde.

Die Vermengung dichterer und schwerer Sorten der Elemente, zu diesen leichtesten und flüchtigsten, dienet gleichfalls, den[b]) Zentralkörper zu der heftigsten Glut, die auf seiner Oberfläche brennen und unterhalten werden soll, geschickt zu machen. Denn wir wissen, daß das Feuer, in dessen nährendem[c]) Stoffe dichte Materien unter den flüchtigen sich vermengt befinden, einen großen Vorzug der Heftigkeit vor denenjenigen Flammen hat, die nur von den leichten Gattungen unterhalten werden[d]). Diese Untermischung aber einiger schweren Sorten unter die leichteren ist eine notwendige Folge unsers Lehrbegriffes von der Bildung der Weltkörper, und hat noch diesen Nutzen, daß die Gewalt der Glut die brennbare Materie der Oberfläche nicht plötzlich zerstreue, und daß selbige

a) „daß sie“ A. korr. Akad. Ausg.
b) „dem“ A.
c) „nährenden“ A.
d) „wird“ A. korr. Akad. Ausg.

durch den Zufluß der Nahrung aus dem Innern allmählich und beständig genähret wird.

Nachdem die Frage nun aufgelöset ist, woher der Zentralkörper eines großen Sternsystems eine flammende Kugel, d. i. eine Sonne sei, so scheinet es nicht überflüssig zu sein, sich mit diesem Vorwurfe noch einige Zeit zu beschäftigen und den Zustand eines solchen Himmelskörpers mit einer sorgfältigen Prüfung zu erforschen; vornehmlich da die Mutmaßungen allhier aus tüchtigeren Gründen sich herleiten lassen, als sie es gemeiniglich bei den Untersuchungen der Beschaffenheit entferneter Himmelskörper zu sein pflegen.

Zuvörderst setze ich fest, daß man nicht zweifeln könne, die Sonne sei wirklich ein flammender Körper, und nicht eine bis zum höchsten Grade erhitzte Masse geschmolzener und glühender Materie, wie einige aus gewissen Schwierigkeiten, welche sie bei der ersteren Meinung zu finden vermeinet, haben schließen wollen. Denn wenn man erwäget, daß ein flammendes Feuer vor einer jeden andern Art der Hitze diesen wesentlichen Vorzug hat, daß es sozusagen aus sich selbst wirksam, anstatt sich durch die Mitteilung zu verringern oder zu erschöpfen, vielmehr eben dadurch mehr Stärke und Heftigkeit überkommt, und also nur Stoff und Nahrung zum Unterhalte erfordert, um immerfort zu währen; da hingegen die Glut einer auf den höchsten Grad erhitzten Masse ein bloß leidender Zustand ist, der sich durch die Gemeinschaft der berührenden Materie unaufhörlich vermindert und keine eigene Kräfte hat, sich aus einem kleinen Anfange auszubreiten, oder bei der Verminderung wiederum aufzuleben; wenn man, sage ich, dieses erwäget, so wird man, ich geschweige der anderen Gründe, schon hieraus sattsam ersehen können, daß der Sonne, der Quelle des Lichtes und der Wärme in jeglichem Weltbau, jene Eigenschaft wahrscheinlicherweise müsse beigeleget werden.

Wenn die Sonne nun oder die Sonnen überhaupt flammende Kugeln sein, so ist die erste Beschaffenheit ihrer Oberfläche, die sich hieraus abnehmen läßt, daß auf ihnen Luft befindlich sein müsse, weil ohne Luft kein Feuer brennet. Dieser Umstand gibt Anlaß zu

merkwürdigen Folgerungen. Denn wenn man erstlich die Atmosphäre der Sonne und ihr Gewicht in Verhältnis des Sonnenklumpens setzet, in welchem[a] Stande der Zusammendrückung wird diese Luft nicht sein, und wie vermögend wird sie nicht eben dadurch werden, die heftigsten Grade des Feuers durch ihre Federkraft zu unterhalten? In dieser Atmosphäre erheben sich, allem Vermuten nach, auch die Rauchwolken von denen durch die Flamme aufgelöseten Materien, die, wie man nicht zweifeln darf, eine Mischung von groben und leichteren Teilchen in sich haben, welche, nachdem sie sich zu einer Höhe, die vor sie eine kühlere Luft heget, erhoben haben, in schweren Pech- und Schwefelregen hinabstürzen und der Flamme neue Nahrung zuführen. Eben diese Atmosphäre ist auch, aus den gleichen Ursachen wie auf unserer Erde, von denen Bewegungen der Winde nicht befreiet, welche aber dem Ansehen nach alles, was die Einbildungskraft nur sich vorzustellen vermag, an Heftigkeit weit übertreffen müssen. Wenn irgendeine Gegend auf der Oberfläche der Sonne, entweder durch die erstickende Gewalt der ausbrechenden Dämpfe, oder durch den sparsamen Zufluß brennbarer Materien in dem Ausbruche der Flamme nachläßt, so erkühlet die darüber befindliche Luft einigermaßen, und indem sie sich zusammenziehet, gibt sie der daneben befindlichen Platz, mit einer dem Überschusse ihrer Ausspannung gemäßen Gewalt in ihren Raum zu dringen, um die erloschene Flamme anzufachen.

Gleichwohl verschlinget alle Flamme immer viele Luft, und es ist kein Zweifel, daß die Federkraft des flüssigen Luftelements, das die Sonne umgibet, dadurch in einiger Zeit nicht geringen Nachteil erleiden müsse. Wenn man dasjenige, was Herr Hales hievon bei der Wirkung der Flamme in unserer Atmosphäre durch sorgfältige Versuche bewähret hat, hier im Großen anwendet, so kann man die immerwährende Bestrebung der aus der Flamme gehenden Rauchteilchen, die Elastizität der Sonnenatmosphäre zu zernichten, als einen Hauptknoten ansehen, dessen Auflösung mit Schwierigkeiten verbunden ist. Denn

a) „welchen“ A.

dadurch, daß die Flamme, die über der ganzen Fläche der Sonne brennet, sich selber die Luft benimmt, die ihr zum Brennen unentbehrlich ist, so ist die Sonne in Gefahr, gar zu verlöschen, wenn der größte Teil ihrer Atmosphäre verschlungen worden. Es ist wahr, das Feuer erzeuget auch, durch Auflösung gewisser Materien, Luft; aber die Versuche beweisen, daß allezeit mehr verschlungen, als erzeuget wird. Zwar wenn ein Teil des Sonnenfeuers unter erstickenden Dämpfen der Luft, die zu ihrer Erhaltung dienet, beraubet wird, so werden, wie wir schon angemerket haben, heftige Stürme sie zerstreuen und wegzuführen bemühet sein. Allein im Ganzen wird man die Ersetzung dieses nötigen Elements auf folgende Art sich begreiflich machen können, wenn man in Betrachtung ziehet, daß, da bei einem flammenden Feuer die Hitze fast nur über sich und nur wenig unter sich wirket, wenn sie durch die angeführte Ursache ersticket worden, ihre[a]) Heftigkeit gegen das Innere des Sonnenkörpers kehret und dessen tiefe Schlünde nötiget, die in ihren Höhlen verschlossene Luft hervorbrechen zu lassen und das Feuer aufs neue anzufachen; wenn man in diesem ihrem Eingeweide durch eine Freiheit, die bei einem so unbekannten Gegenstande nicht verboten ist, vornehmlich Materien setzet, die, wie der Salpeter, an elastischer Luft unerschöpflich ergiebig sein, so wird das Sonnenfeuer überaus lange Perioden hindurch an dem Zuflusse immer erneueter Luft nicht leichtlich Mangel leiden können.

Gleichwohl siehet man die deutlichen Merkmale der Vergänglichkeit auch an diesem unschätzbaren Feuer, das die Natur zur Fackel der Welt aufgestecket. Es kommt eine Zeit, darin sie wird erloschen sein. Die Entziehung der flüchtigsten und feinsten Materien, die, durch die Heftigkeit der Hitze zerstreuet, niemals wieder zurückkehren und den Stoff des Zodiakallichtes vermehren, die Häufung unverbrennlicher und ausgebrannter Materien, z. E. der Asche auf der Oberfläche, endlich auch der Mangel der Luft werden der Sonne ein Ziel setzen, da ihre Flamme dereinst erlöschen und ihren Ort, der anjetzo der Mittelpunkt

a) „sie ihre“?

des Lichtes und des Lebens dem ganzen Weltgebäude ist, ewige Finsternisse einnehmen werden. Die abwechselnde Bestrebung ihres Feuers, durch die Eröffnung neuer Grüfte wiederum aufzuleben, wodurch sie sich vielleicht vor ihrem Untergange etlichemal herstellet, könnte eine Erklärung des Verschwindens und der Wiedererscheinung einiger Fixsterne abgeben. Es würden Sonnen sein, welche ihrem Erlöschen nahe sind und die noch etlichemal aus ihrem Schutte aufzuleben trachten. Es mag diese Erklärung Beifall verdienen oder nicht, so wird man sich doch gewiß diese Betrachtung dazu dienen lassen, einzusehen, daß, da der Vollkommenheit aller Weltordnungen, es sei auf die eine oder andere Art, ein unvermeidlicher Verfall drohet, man keine Schwierigkeit in dem oben angeführten Gesetze ihres Unterganges, durch den Hang der mechanischen Einrichtung, finden werde, welche dadurch aber vornehmlich annehmungswürdig wird, weil sie den Samen der Wiedererneuerung selbst in der Vermengung mit dem Chaos bei sich führet.

Zuletzt lasset uns der Einbildungskraft ein so wunderseltsames Objekt, als eine brennende Sonne ist, gleichsam von nahen vorstellen. Man siehet in einem Anblicke weite Feuerseen, die ihre Flammen gen Himmel erheben, rasende Stürme, deren Wut die Heftigkeit der ersten verdoppelt, welche, indem sie selbige über ihre Ufer aufschwellend machen, bald die erhabene Gegenden dieses Weltkörpers bedecken, bald sie in ihre Grenzen zurücksinken lassen; ausgebrannte Felsen, die aus den flammenden Schlünden ihre fürchterliche Spitzen herausstrecken, und deren Überschwemmung oder Entblößung von dem wallenden Feuerelemente das abwechselnde Erscheinen und Verschwinden der Sonnenflecken verursachet; dicke Dämpfe, die das Feuer ersticken und die, durch die Gewalt der Winde erhoben, finstre Wolken ausmachen, welche in feurigen Regengüssen wiederum herabstürzen und als brennende Ströme von den Höhen des festen Sonnenlandes*) sich in die flammende Täler ergießen,

*) Ich schreibe nicht ohne Ursache der Sonnen alle Unebenheiten des festen Landes, der Gebirge und der Täler

das Krachen der Elemente, den Schutt ausgebrannter Materien und die mit der Zerstörung ringende Natur, welche selbst mit dem abscheulichsten Zustande ihrer Zerrüttungen die Schönheit der Welt und den Nutzen der Kreaturen bewirket.

Wenn denn die Mittelpunkte aller großen Weltsystemen flammende Körper sein, so ist dieses am meisten von dem Zentralkörper desjenigen unermeßlichen Systems zu vermuten, welches die Fixsterne ausmachen. Wird nun aber dieser Körper, dessen Masse zu der Größe seines Systems ein Verhältnis haben muß, wenn er ein selbstleuchtender Körper oder eine Sonne wäre, nicht mit vorzüglichem Glanze und Größe in die Augen fallen? Gleichwohl sehen wir keinen dergleichen sich ausnehmend unterscheidenden Fixstern unter dem Himmelsheere hervorschimmern. In der Tat, man darf es sich nicht befremden lassen, wenn dieses nicht geschieht. Wenn er gleich 10000mal unsere Sonne an Größe überträfe, so könnte er doch, wenn man seine Entfernung 100mal größer als des Sirius seine annimmt, nicht größer und heller als dieser erscheinen.

Vielleicht aber ist es den[a]) künftigen Zeiten aufgehoben, wenigstens noch dereinst die Gegend zu ent-

---

zu, die wir auf unserer Erde und andern Weltkörpern antreffen. Die Bildung einer Weltkugel, die sich aus einem flüssigen Zustande in einen festen verändert, bringt notwendig solche Ungleichheiten auf der Oberfläche zuwege. Wenn die Oberfläche sich härtet, indessen daß in dem flüssigen inwendigen Teile solcher Masse die Materien sich noch nach Maßgebung ihrer Schwere zum Mittelpunkte hinsenken, so werden die Partikeln des elastischen Luft- oder Feuerelements, das sich in diesen Materien mit untergemengt befindet, herausgejagt und häufen sich unter der indessen festgewordenen Rinde, unter welcher sie große und, nach Proportion des Sonnenklumpens, ungeheure Höhlen erzeugen, in die gedachte oberste Rinde zuletzt mit mannigfaltigen Einbeugungen hereinsinkt, und sowohl erhöhete Gegenden und Gebirge als auch Täler und Flutbette weiter Feuerseen dadurch zubereitet.

a) „dem“ A.

decken, wo der Mittelpunkt*) des Fixsternensystems, darein unsere Sonne gehöret, befindlich ist, oder viel-

*) Ich habe eine Mutmaßung, nach welcher es mir sehr wahrscheinlich zu sein dünket, daß der Sirius oder Hundsstern in dem System der Sterne, die die Milchstraße ausmachen, der Zentralkörper sei und den Mittelpunkt einnehme, zu welchem sie sich alle beziehen. Wenn man dieses System, nach dem Entwurfe des ersten Teils dieser Abhandlung, wie ein Gewimmel von Sonnen, die zu einer gemeinschaftlichen Fläche gehäufet sein, ansiehet, welches nach allen Seiten von dem Mittelpunkte derselben ausgestreuet ist, und doch einen gewissen, so zu sagen, zirkelförmichten Raum, der durch die geringe Abweichungen derselben vom Beziehungsplane sich auch in die Breite von beiden Seiten etwas ausdehnet, ausmacht; so wird die Sonne, die sich gleichfalls diesem Plane nahe befindet, die Erscheinung dieser zirkelförmichten weißlicht schimmernden Zone nach derjenigen Seite hin am breitesten sehen, nach welcher sie sich der äußersten Grenze des Systems am nächsten befindet; denn es ist leicht zu vermuten, daß sie sich nicht eben gerade im Mittelpunkte aufhalten werde. Nun ist der Streif der Milchstraße in dem Teile zwischen dem Zeichen des Schwans und des Schützens am breitesten, folglich wird dieses die Seite sein, da der Platz unserer Sonne der äußersten Peripherie des zirkelförmichten Systems am nächsten ist; und in diesem Teile werden wir den Ort, wo die Sternbilder des Adlers und Fuchses mit der Gans stehen, insonderheit vor den allernächsten halten, weil daselbst aus dem Zwischenraume, da die Milchstraße sich teilet, die größeste scheinbare Zerstreuung der Sterne erhellet. Wenn man daher ohngefähr von dem Orte neben dem Schwanze des Adlers eine Linie mitten durch die Fläche der Milchstraße bis zu dem gegenüberstehenden Punkte ziehet, so muß diese auf den Mittelpunkt des Systems zutreffen, und sie trifft in der Tat sehr genau auf den Sirius, den hellesten Stern am ganzen Himmel, der wegen dieser glücklichen, mit seiner vorzüglichen Gestalt so wohl harmonierenden Zusammentreffung, es zu verdienen scheinet, daß man ihn vor den Zentralkörper selber halte. Er würde nach diesem Begriffe auch gerade in dem Streife der Michstraße gesehen werden, wenn[a]) der Stand unserer Sonne, der beim Schwanze des Adlers von dem Plane derselben etwas abweichet, nicht den optischen Abstand des Mittelpunktes gegen die andere Seite solcher Zone verursachte.

a) „wenn nicht“ A. korr. Hartenstein.

leicht wohl gar zu bestimmen, wohin man den Zentralkörper des Universi, nach welchem alle Teile desselben mit einstimmiger Senkung zielen, setzen müsse. Von was vor einer Beschaffenheit dieses Fundamentalstücke der ganzen Schöpfung sei, und was auf ihm befindlich, wollen wir dem Herrn Wright von Durham zu bestimmen überlassen, der mit einer fanatischen Begeisterung ein kräftiges Wesen von der Götterart mit geistlichen Anziehungs- und Zurückstoßungskräften, das, in einer unendlichen Sphäre um sich wirksam, alle Tugend an sich zöge, die Laster aber zurücktriebe, in diesem glücklichen Orte, gleichsam auf einen Thron der gesamten Natur, erhöhete. Wir wollen der Kühnheit unserer Mutmaßungen, welchen wir vielleicht nur gar zu viel erlaubt haben, nicht bis zu willkürlichen Erdichtungen den Zügel schießen lassen. Die Gottheit ist in der Unendlichkeit des ganzen Weltraumes allenthalben gleich gegenwärtig; allenthalben, wo Naturen sein, welche fähig sein, sich über die Abhängigkeit der Geschöpfe zu der Gemeinschaft des höchsten Wesens emporzuschwingen, befindet es sich gleich nahe. Die ganze Schöpfung ist von ihren Kräften durchdrungen, aber nur derjenige, der sich von dem Geschöpfe zu befreien weiß, welcher so edel ist, einzusehen, daß in dem Genusse dieser Urquelle der Vollkommenheit die höchste Staffel der Glückseligkeit einzig und allein zu suchen, der allein ist fähig, diesem wahren Beziehungspunkte aller Trefflichkeit sich näher, als irgend etwas anders in der ganzen Natur zu befinden. Indessen wenn ich, ohne an der enthusiastischen Vorstellung des Engelländers teilzunehmen, von den verschiedenen Graden der Geisterwelt aus der physischen Beziehung ihrer Wohnplätze gegen den Mittelpunkt der Schöpfung mutmaßen soll, so wollte ich[a]) mit mehrerer Wahrscheinlichkeit die vollkommensten Klassen vernünftiger Wesen weiter von diesem Mittelpunkte, als nahe bei demselben suchen. Die Vollkommenheit mit Vernunft begabter Geschöpfe, insoweit sie von der Beschaffenheit der Materie abhänget, in deren Verbindung sie

a) „ich“ fehlt in A.

beschränket sein, kommt gar sehr auf die Feinigkeit des Stoffes an, dessen Einfluß dieselbe zur Vorstellung der Welt und zur Gegenwirkung in dieselbe bestimmt. Die Trägheit und der Widerstand der Materie schränket die Freiheit des geistigen Wesens zum Wirken und die Deutlichkeit ihrer Empfindung von äußern Dingen gar zu sehr ein, sie macht ihre Fähigkeiten stumpf, indem sie deren Bewegungen nicht mit gehöriger Leichtigkeit gehorchet. Daher wenn man, wie es wahrscheinlich ist, nahe zum Mittelpunkte der Natur die dichtesten und schwersten Sorten der Materie, und dagegen in der größeren Entfernung die zunehmenden Grade der Feinigkeit und Leichtigkeit derselben, der Analogie gemäß, die in unserm[a]) Weltbau herrschet, annimmt, so ist die Folge begreiflich. Die vernünftigen Wesen, deren Erzeugungsplatz und Aufenthalt näher zu dem Mittelpunkte der Schöpfung sich befindet, sind in eine steife und unbewegliche Materie versenket, die ihre Kräfte in einer unüberwindlichen Trägheit verschlossen enthält und auch ebenso unfähig ist, die Eindrücke des Universi mit der nötigen Deutlichkeit und Leichtigkeit zu übertragen und mitzuteilen. Man wird diese denkende Wesen also in die niedrige Klasse zu zählen haben; dagegen wird mit den Entfernungen vom allgemeinen Zentro diese Vollkommenheit der Geisterwelt, welche auf der gewechselten Abhängigkeit derselben von der Materie beruhet, wie eine beständige Leiter wachsen. In der tiefsten Erniedrigung zu diesem Senkungspunkte hat man diesem zufolge die schlechtesten und unvollkommensten Gattungen denkender Naturen zu setzen, und hiewärtshin ist, wo diese Trefflichkeit der Wesen sich mit allen Schattierungen der Verminderung endlich in den gänzlichen Mangel der Überlegung und des Denkens verlieret. In der Tat, wenn man erwäget, daß der Mittelpunkt der Natur zugleich den Anfang ihrer Bildung aus dem rohen Zeuge und ihre Grenze mit dem Chaos ausmacht; wenn man dazu setzet, daß die Vollkommenheit geistiger Wesen, welche wohl eine äußerste Grenze ihres Anfanges hat, wo ihre Fähigkeiten mit der Un-

a) „unsern“ A.

vernunft zusammenstoßen, aber keine Grenzen der Fortsetzung, über welche sie nicht könnte erhoben werden, sondern nach der Seite hin eine völlige Unendlichkeit vor sich findet, so wird man, wenn ja ein Gesetze stattfinden soll, nach welchem der vernünftigen Kreaturen Wohnplätze nach der Ordnung ihrer Beziehung zum gemeinschaftlichen Mittelpunkte verteilet sein, die niedrigste und unvollkommenste Gattung, die gleichsam den Anfang des Geschlechts der Geisterwelt ausmacht, an demjenigen Orte zu setzen haben, der der Anfang des gesamten Universi zu nennen ist, um zugleich mit diesem in gleicher Fortschreitung alle Unendlichkeit der Zeit und der Räume, mit ins unendliche wachsenden Graden der Vollkommenheit des Denkungsvermögens, zu erfüllen und sich, gleichsam nach und nach, dem Ziele der höchsten Trefflichkeit, nämlich der Gottheit zu näheren, ohne es doch jemals erreichen zu können.

Achtes Hauptstück.

Allgemeiner Beweis von der Richtigkeit einer mechanischen Lehrverfassung der Einrichtung des Weltbaues überhaupt, insonderheit von der Gewißheit der gegenwärtigen.

Man kann das Weltgebäude nicht ansehen, ohne die trefflichste Anordnung in seiner[a] Einrichtung und die sicheren Merkmale der Hand Gottes in der Vollkommenheit ihrer[b] Beziehungen zu kennen. Die Vernunft, nachdem sie so viel Schönheit, so viel Trefflichkeit erwogen und bewundert hat, entrüstet sich mit Recht über die kühne Torheit, welche sich unterstehen darf, alles dieses dem Zufalle und einem glücklichen Ohngefähr zuzuschreiben. Es muß die höchste Weisheit den Entwurf gemacht und eine unendliche Macht selbigen[c] ausgeführet haben, sonst wäre es un-

a) „ihrer“ A. korr. Akad. Ausg.
b) „seiner“ Ak. Ausg.
c) „selbige“ A.

möglich, so viele in einem Zweck zusammenkommende Absichten in der Verfassung des Weltgebäudes anzutreffen. Es kommt nur noch darauf an, zu entscheiden, ob der Entwurf der Einrichtung des Universi von dem höchsten Verstande schon in die wesentliche Bestimmungen der ewigen Naturen gelegt und in die allgemeine Bewegungsgesetze gepflanzet sei, um sich aus ihnen, auf eine der vollkommensten Ordnung anständige Art, ungezwungen zu entwickeln; oder ob die allgemeine Eigenschaften der Bestandteile der Welt die völlige Unfähigkeit zur Übereinstimmung und nicht die geringste Beziehung zur Verbindung haben, und durchaus einer fremden Hand bedurft haben, um diejenige Einschränkung und Zusammenfügung zu überkommen, welche Vollkommenheit und Schönheit an sich blicken läßt. Ein fast allgemeines Vorurteil hat die meisten Weltweisen gegen die Fähigkeit der Natur, etwas Ordentliches durch ihre allgemeine Gesetze hervorzubringen, eingenommen, gleich als wenn es Gott die Regierung der Welt streitig machen hieße, wenn man die ursprüngliche Bildungen in den Naturkräften suchet, und als wenn diese ein von der Gottheit unabhängiges Prinzipium und ein ewiges blindes Schicksal wären[a]).

Wenn man aber erwäget, daß die Natur und die ewigen Gesetze, welche den Substanzen zu ihrer Wechselwirkung vorgeschrieben sein, kein selbständiges und ohne Gott notwendiges Prinzipium sei, daß eben dadurch, weil sie so viel Übereinstimmung und Ordnung in demjenigen zeiget, was sie durch allgemeine Gesetze hervorbringet, zu ersehen ist, daß die Wesen aller Dinge in einem gewissen Grundwesen ihren gemeinschaftlichen Ursprung haben müssen, und daß sie darum lauter gewechselte Beziehungen und lauter Harmonie zeigen, weil ihre Eigenschaften in einem einzigen höchsten Verstande ihre Quelle haben, dessen weise Idee sie in durchgängigen Beziehungen entworfen, und ihnen diejenige Fähigkeit eingepflanzet hat, dadurch sie lauter Schönheit, lauter Ordnung, in dem ihnen selbst gelassenen Zustande ihrer Wirksam-

a) „wäre“ A.

keit, hervorbringen; wenn man, sage ich, dieses erwäget, so wird die Natur uns würdiger, als sie gemeiniglich angesehen wird, erscheinen, und man wird von ihren Auswickelungen nichts als Übereinstimmung, nichts als Ordnung erwarten. Wenn man hingegen einem ungegründeten Vorurteile Platz lässet, daß die allgemeine Naturgesetze an und vor sich selber nichts als Unordnung zuwege bringen, und aller Übereinstimmung zum Nutzen[a]), welche bei der Verfassung der Natur hervorleuchtet, die unmittelbare Hand Gottes anzeiget; so wird man genötiget, die ganze Natur in Wunder zu verkehren. Man wird den schönen farbichten Bogen, der in den Regentropfen erscheinet, wenn dieselben die Farben des Sonnenlichts absondern, wegen seiner Schönheit, den Regen wegen seines Nutzens, die Winde wegen der unentbehrlichen Vorteile, die sie in unendlichen Arten der menschlichen Bedürfnisse leisten, kurz, alle Veränderungen der Welt, welche Wohlanständigkeit und Ordnung mit sich führen, nicht aus den eingepflanzten Kräften der Materie herleiten sollen. Das Beginnen der Naturforscher, die sich mit einer solchen Weltweisheit abgegeben haben, wird vor dem Richterstuhle der Religion eine feierliche Abbitte tun müssen. Es wird in der Tat alsdenn keine Natur mehr sein; es wird nur ein Gott in der Maschine die Veränderungen der Welt hervorbringen. Aber was wird denn dieses seltsame Mittel, die Gewißheit des höchsten Wesens aus der wesentlichen Unfähigkeit der Natur zu beweisen, vor eine Wirkung zur Überführung des Epikurers tun? Wenn die Naturen der Dinge, durch die ewigen Gesetze ihrer Wesen nichts als Unordnung und Ungereimtheit zuwege bringen, so werden sie eben dadurch den Charakter ihrer Unabhängigkeit von Gott beweisen; und was vor einen Begriff wird man sich von einer Gottheit machen können, welcher die allgemeinen Naturgesetze nur durch eine Art von Zwange gehorchen, und an und vor sich dessen weisesten Entwürfen widerstreiten? Wird der Feind der Vorsehung nicht eben so viel Siege über diese falschen Grundsätze davon-

a) Hartenstein, Kehrbach, Kirchm. „zum Trotze".

tragen, als er Übereinstimmungen aufweisen kann, welche die allgemeinen Wirkungsgesetze der Natur ohne alle besondere Einschränkungen hervorbringen? und wird es ihm wohl an solchen Beispielen fehlen können? Dagegen lasset uns mit größerer Anständigkeit und Richtigkeit also schließen: die Natur, ihren allgemeinen Eigenschaften überlassen, ist an lauter schönen und vollkommenen Früchten fruchtbar, welche nicht allein an sich Übereinstimmung und Trefflichkeit zeigen, sondern auch mit dem ganzen Umfange ihrer Wesen, mit dem Nutzen der Menschen und der Verherrlichung der göttlichen Eigenschaften wohl harmonieren. Hieraus folget, daß ihre wesentlichen Eigenschaften keine unabhängige Notwendigkeit haben können; sondern daß sie ihren Ursprung in einem einzigen Verstande, als dem Grunde und der Quelle aller Wesen haben müssen, in welchem sie unter gemeinschaftlichen Beziehungen entworfen sind. Alles was sich aufeinander zu einer gewechselten Harmonie beziehet, muß in einem einzigen Wesen, von welchem es insgesamt abhänget, untereinander verbunden werden. Also ist ein Wesen aller Wesen, ein unendlicher Verstand und selbständige Weisheit vorhanden, daraus die Natur, auch sogar ihrer Möglichkeit nach, in dem ganzen Inbegriffe der Bestimmungen ihren Ursprung ziehet. Nunmehro darf man die Fähigkeit der Natur, als dem Dasein eines höchsten Wesens nachteilig, nicht bestreiten; je vollkommener sie in ihren Entwickelungen ist, je besser ihre allgemeinen Gesetze zur Ordnung und Übereinstimmung führen, ein desto sicherer Beweistum der Gottheit ist sie, von welcher sie diese Verhältnisse entlehnet. Ihre Hervorbringungen sind nicht mehr Wirkungen des Ohngefährs und Folgen des Zufalls; es fließet alles nach unwandelbaren Gesetzen von ihr ab, welche darum lauter Geschicktes darstellen müssen, weil sie lauter Züge aus dem allerweisesten Entwurfe sein, aus dem die Unordnung verbannet ist. Nicht der ohngefähre Zusammenlauf der Atomen des Lucrez hat die Welt gebildet; eingepflanzte Kräfte und Gesetze, die den weisesten Verstand zur Quelle haben, sind ein unwandelbarer Ursprung derjenigen Ordnung gewesen, die aus ihnen

nicht von ohngefähr, sondern notwendig abfließen mußte.

Wenn man sich also eines alten ungegründeten Vorurteils und der faulen Weltweisheit entschlagen kann, die unter einer andächtigen Miene eine träge Unwissenheit zu verbergen trachtet, so hoffe ich auf unwidersprechliche Gründe eine sichere Überzeugung zu gründen: daß die Welt eine mechanische Entwickelung aus den allgemeinen Naturgesetzen zum Ursprunge ihrer Verfassung erkenne; und daß zweitens die Art der mechanischen Erzeugung, die wir vorgestellet haben, die wahre sei. Wenn man beurteilen will, ob die Natur genugsame Fähigkeiten habe, durch eine mechanische Folge ihrer Bewegungsgesetze die Anordnung des Weltbaues zuwege zu bringen, so muß man vorhero erwägen, wie einfach die Bewegungen sein, welche die Weltkörper beobachten, und daß sie nichts an sich haben, was eine genauere Bestimmung erforderte, als es die allgemeinen Regeln der Naturkräfte mit sich führen. Die Umlaufsbewegungen bestehen aus der Verbindung der sinkenden Kraft, die eine gewisse Folge aus den Eigenschaften der Materie ist, und aus der schießenden Bewegung, die als die Wirkung der ersteren, als eine durch das Herabsinken erlangte Geschwindigkeit kann angesehen werden, in der nur eine gewisse Ursache nötig gewesen, den senkrechten Fall seitwärts abzubeugen. Nach einmal erlangter Bestimmung dieser Bewegungen ist nichts ferner nötig, sie auf immer zu erhalten. Sie bestehen in dem leeren Raume, durch die Verbindung der einmal eingedrückten schießenden Kraft, mit der aus den wesentlichen Naturkräften fließenden Attraktion, und leiden weiterhin keine Veränderung. Allein die Analogien, in der Übereinstimmung dieser Bewegungen, bezeigen die Wirklichkeit eines mechanischen Ursprunges so deutlich, daß man daran keinen Zweifel tragen kann. Denn

1. haben diese Bewegungen eine durchgehends übereinstimmende Richtung, daß von sechs Hauptplaneten, von 10 Trabanten, sowohl in ihrer fortrückenden Bewegung, als in ihren Umdrehungen um die Achse, nicht ein einziger ist, der nach einer andern Seite,

als von Abend gegen Morgen sich bewegete. Diese Richtungen sind überdem so genau zusammentreffend, daß sie nur wenig von einer gemeinschaftlichen Fläche abweichen, und diese Fläche, auf welche sich alles beziehet, ist die Äquatorsfläche des Körpers, der in dem Mittelpunkte des ganzen Systems sich nach eben derselben Gegend um die Achse drehet, und der durch seine vorzügliche Attraktion der Beziehungspunkt aller Bewegungen geworden, und folglich an denenselben so genau als möglich hat teilnehmen müssen. Ein Beweis, daß die gesamte Bewegungen auf eine, den allgemeinen Naturgesetzen gemäße mechanische Art entstanden und bestimmet worden, und daß die Ursache, welche entweder die Seitenbewegungen eindrückte oder richtete, den ganzen Raum des Planetengebäudes beherrschet hat, und darin den Gesetzen gehorchet, welche die in einem gemeinschaftlich bewegten Raume befindliche Materie beobachtet, daß alle verschiedene Bewegungen zuletzt eine einzige Richtung annehmen und sich insgesamt so genau als möglich auf eine einzige Fläche beziehend machen.

2. Sind die Geschwindigkeiten so beschaffen, als sie es in einem Raume sein müssen, da die bewegende Kraft in dem Mittelpunkte ist, nämlich sie nehmen in beständigen Graden mit den Entfernungen von diesem ab, und verlieren sich in der größesten Weite in eine gänzliche Mattigkeit der Bewegung, welche den senkrechten Fall nur sehr wenig seitwärts beuget. Vom Merkur an, welcher die größte Schwungskraft hat, siehet man diese stufenweise sich vermindern, und in dem äußersten Kometen so gering sein, als sie es sein kann, um nicht gerade in die Sonne zu fallen. Man kann nicht einwenden, daß die Regeln der Zentralbewegungen in Zirkelkreisen es so erheischen, daß, je näher zum Mittelpunkte der allgemeinen Senkung, desto größer die Umschwungsgeschwindigkeit sein müsse; denn woher müssen eben die diesem Zentro nahen Himmelskörper zirkelförmichte Kreise haben? woher sind nicht die nächsten sehr exzentrisch, und die entfernteren in Zirkeln umlaufend? oder vielmehr, da sie alle von dieser abgemessenen geometrischen Genauheit abweichen, warum nimmt diese Abweichung

mit den Entfernungen zu? Bezeichnen diese Verhältnisse nicht den Punkt, zu dem alle Bewegung ursprünglich sich gedränget, und nach dem Maße der Nahheit auch größere Grade erlanget hat, bevor andere Bestimmungen ihre Richtungen in die gegenwärtige verändert haben?

Will man nun aber die Verfassung des Weltbaues und den Ursprung der Bewegungen von den allgemeinen Naturgesetzen ausnehmen, um sie der unmittelbaren[a]) Hand Gottes zuzuschreiben, so wird man alsbald inne, daß die angeführte Analogien einen solchen Begriff offenbar widerlegen. Denn was erstlich die durchgängige Übereinstimmung in der Richtung betrifft, so ist offenbar, daß hier kein Grund sei, woher die Weltkörper gerade nach einer einzigen Gegend ihre Umläufe anstellen müßten, wenn der Mechanismus ihrer Erzeugung sie nicht dahin bestimmet hätte. Denn der Raum, in dem sie laufen, ist unendlich wenig widerstehend und schränket ihre Bewegungen so wenig nach der einen Seite, als nach der andern ein; also würde die Wahl Gottes ohne den geringsten Bewegungsgrund sich nicht an eine einzige Bestimmung binden, sondern sich mit mehrerer Freiheit in allerlei Abwechselungen und Verschiedenheit zeigen. Noch mehr: warum sind die Kreise der Planeten so genau auf eine gemeinschaftliche Fläche beziehend, nämlich auf die Äquatorsfläche desjenigen großen Körpers, der in dem Mittelpunkte aller Bewegung ihre Umläufe regieret? Diese Analogie, anstatt einen Bewegungsgrund der Wohlanständigkeit an sich zu zeigen, ist vielmehr die Ursache einer gewissen Verwirrung, welche durch eine freie Abweichung der Planetenkreise würde gehoben werden; denn die Anziehungen der Planeten stören anjetzo gewissermaßen die Gleichförmigkeit ihrer Bewegungen, und würden einander gar nicht hinderlich sein, wenn sie sich nicht so genau auf eine gemeinschaftliche Fläche bezögen.

Noch mehr als alle diese Analogien zeiget sich das deutlichste Merkmal von der Hand der Natur an dem Mangel der genauesten Bestimmung in den-

a) „mittelbaren“ A. korr. Hartenstein.

jenigen Verhältnissen, die sie zu erreichen bestrebt gewesen. Wenn es am besten wäre, daß die Planetenkreise beinahe auf eine gemeinschaftliche Fläche gestellet wären, warum sind sie es nicht ganz genau? und warum ist ein Teil derjenigen Abweichung übriggeblieben, welche hat vermieden werden sollen? Wenn darum die der Laufbahne der Sonne nahen Planeten die der Attraktion das Gleichgewicht haltende Größe der Schwungskraft empfangen haben, warum fehlet noch etwas an dieser völligen Gleichheit? und woher sind ihre Umläufe nicht vollkommen zirkelrund, wenn bloß die weiseste Absicht, durch das größte Vermögen unterstützet, diese Bestimmung hervorzubringen getrachtet hat? Ist es nicht klar einzusehen, daß diejenige Ursache, welche die Laufbahnen der Himmelskörper gestellet hat, indem sie selbige auf eine gemeinschaftliche Fläche zu bringen bestrebt gewesen, es nicht völlig hat ausrichten können; ingleichen, daß die Kraft, welche den Himmelsraum beherrschete, als alle Materie, die nunmehro in Kugeln gebildet ist, ihre Umschwungsgeschwindigkeiten erhielt, sie zwar nahe beim Mittelpunkte in ein Gleichgewicht mit der senkenden Gewalt zu bringen getrachtet hat, aber die völlige Genauheit nicht hat erreichen können? Ist nicht das gewöhnliche Verfahren der Natur hieran zu erkennen, welches, durch die Dazwischenkunft der verschiedenen Mitwirkungen, allemal von der ganz abgemessenen Bestimmung abweichend gemacht wird? und wird man wohl lediglich in den Endzwecken des unmittelbar so gebietenden höchsten Willens die Gründe dieser Beschaffenheit finden? Man kann, ohne eine Hartnäckigkeit zu bezeigen, nicht in Abrede sein, daß die gepriesene Erklärungsart, von den Natureigenschaften, durch Anführung ihres Nutzens Grund anzugeben, hier nicht die verhoffte Probe halte. Es war gewiß in Ansehung des Nutzens der Welt ganz gleichgültig, ob die Planetenkreise völlig zirkelrund oder ob sie ein wenig exzentrisch wären; ob sie mit der Fläche ihrer allgemeinen Beziehung völlig zusammentreffen oder noch etwas davon abweichen sollten; vielmehr, wenn es ja nötig war, in dieser Art von Übereinstimmungen be-

schränkt zu sein, so war es am besten, sie völlig an sich zu[a]) haben. Wenn es wahr ist, was der Philosoph sagte: daß Gott beständig die Geometrie ausübet, wenn dieses auch in den Wegen der allgemeinen Naturgesetze hervorleuchtet, so würde gewiß diese Regel bei den unmittelbaren Werken des allmächtigen Wortes[b]) vollkommen zu spüren sein, und diese würden alle Vollkommenheit der geometrischen Genauheit an sich zeigen. Die Kometen gehören mit unter diese Mängel der Natur. Man kann nicht leugnen, daß in Ansehung ihres Laufes und der Veränderungen, die sie dadurch erleiden, sie als unvollkommene Glieder der Schöpfung anzusehen sein, welche weder dienen können, vernünftigen Wesen bequeme Wohnplätze abzugeben, noch dem Besten des ganzen Systems dadurch nützlich zu werden, daß sie, wie man vermutet hat, der Sonne dereinst zur Nahrung dieneten; denn es ist gewiß, daß die meisten derselben diesen Zweck nicht eher, als bei dem Umsturze des ganzen planetischen Gebäudes erreichen würden. In dem Lehrbegriffe von der unmittelbaren höchsten Anordnung der Welt, ohne eine natürliche Entwickelung aus allgemeinen Naturgesetzen, würde eine solche Anmerkung anstößig sein, ob sie gleich gewiß ist. Allein in einer mechanischen Erklärungsart verherrlichet sich dadurch die Schönheit der Welt und die Offenbarung der Allmacht nicht wenig. Die Natur, indem sie alle mögliche Stufen der Mannigfaltigkeit in sich fasset, erstrecket ihren Umfang über alle Gattungen von der Vollkommenheit bis zum Nichts, und die Mängel selber sind ein Zeichen des Überflusses, an welchem ihr Inbegriff unerschöpft ist.

Es ist zu glauben, daß die angeführten Analogien so viel über das Vorurteil vermögen würden, den mechanischen Ursprung des Weltgebäudes annehmungswürdig zu machen, wenn nicht noch gewisse Gründe, die aus der Natur der Sache selber hergenommen sind, dieser Lehrverfassung gänzlich zu widersprechen schienen. Der Himmelsraum ist, wie schon mehrmalen

a) „an sich haben“ A. korr. in der Ausg. v. 1797.
b) „Willens“ Ak. Ausg. Rahts.

gedacht, leer, oder wenigstens mit unendlich dünner Materie angefüllet, welche folglich kein Mittel hat abgeben können, denen Himmelskörpern gemeinschaftliche Bewegungen einzudrücken. Diese Schwierigkeit ist so bedeutend und gültig, daß Newton, welcher Ursache hatte, den Einsichten seiner Weltweisheit so viel als irgendein Sterblicher zu vertrauen, sich genötiget sahe, allhier die Hoffnung aufzugeben, die Eindrückung der den Planeten beiwohnenden Schwungskräfte, ohnerachtet aller Übereinstimmung, welche auf einen mechanischen Ursprung zeigete, durch die Gesetze der Natur und die Kräfte der Materie aufzulösen. Ob es gleich vor einen Philosophen eine betrübte Entschließung ist, bei einer zusammengesetzten und noch weit von den einfachen Grundgesetzen entferneten Beschaffenheit, die Bemühung der Untersuchung aufzugeben, und sich mit der Anführung des unmittelbaren Willens Gottes zu begnügen; so erkannte doch Newton hier die Grenzscheidung, welche die Natur und den Finger Gottes, den Lauf der eingeführten Gesetze der ersteren und den Wink des letzteren voneinander scheidet. Nach eines so großen Weltweisen Verzweiflung scheinet es eine Vermessenheit zu sein, noch einen glücklichen Fortgang in einer Sache von solcher Schwierigkeit zu hoffen.

Allein ebendieselbe Schwierigkeit, welche dem Newton die Hoffnung benahm, die denen Himmelskörpern erteilte Schwungskräfte, deren Richtung und Bestimmungen das Systematische des Weltbaues ausmachet, aus denen Kräften der Natur zu begreifen, ist die Quelle der Lehrverfassung gewesen, die wir in den vorigen Hauptstücken vorgetragen haben. Sie gründet einen mechanischen Lehrbegriff, aber einen solchen, der weit von demjenigen entfernet ist, welchen Newton unzulänglich befand, und um dessen willen er alle Unterursachen verwarf, weil er (wenn ich es mir unterstehen darf, zu sagen) darin irrete, daß er ihn vor den einzigen unter allen möglichen seiner Art hielte. Es ist ganz leicht und natürlich, selbst vermittelst der Schwierigkeit des Newton, durch eine kurze und gründliche Schlußfolge auf die Gewißheit derjenigen mechanischen Erklärungsart zu kommen,

die wir in dieser Abhandlung entworfen haben. Wenn man voraussetzet (wie man denn nicht umhin kann, es zu bekennen), daß die obigen Analogien es mit größester Gewißheit festsetzen, daß die harmonierenden und sich aufeinander ordentlich beziehenden Bewegungen und Kreise der Himmelskörper eine natürliche Ursache als ihren Ursprung anzeigen; so kann diese doch nicht dieselbe Materie sein, welche anjetzt den Himmelsraum erfüllet. Also muß diejenige, welche ehedem diese Räume erfüllete, und deren Bewegung der Grund von den gegenwärtigen Umläufen der Himmelskörper gewesen ist, nachdem sie sich auf diese Kugeln versammlet und dadurch die Räume gereiniget hat, die man anjetzt leer siehet, oder, welches unmittelbar hieraus herfließet, die Materien[a]) selber, daraus die Planeten, die Kometen, ja die Sonne bestehen, müssen anfänglich in dem Raume des planetischen Systems ausgebreitet gewesen sein, und in diesem Zustande sich in Bewegungen versetzet haben, welche sie behalten haben, als sie sich in besondere Klumpen vereinigten und die Himmelskörper bildeten, welche alle den ehemals zerstreueten Stoff der Weltmaterie in sich fassen. Man ist hiebei nicht lange in Verlegenheit, das Triebwerk zu entdecken, welches diesen Stoff der sich bildenden Natur in Bewegung gesetzt haben möge. Der Antrieb selber, der die Vereinigung der Massen zuwege brachte, die Kraft der Anziehung, welche der Materie wesentlich beiwohnet, und sich daher bei der ersten Regung der Natur, zur ersten Ursache der Bewegung so wohl schicket, war die Quelle derselben. Die Richtung, welche bei dieser Kraft immer gerade zum Mittelpunkte hinzielet, macht allhier keine Bedenken; denn es ist gewiß, daß der feine Stoff zerstreueter Elemente in der senkrechten Bewegung, sowohl durch die Mannigfaltigkeit der Attraktionspunkte, als durch die Hindernis, die einander ihre durchkreuzende Richtungslinien leisten, hat in verschiedene Seitenbewegungen ausschlagen müssen, bei denen das gewisse Naturgesetz, welches macht, daß alle einander durch gewechselte Wirkung ein-

a) „die Materie“ A. korr. Hartenstein.

schränkende Materie sich zuletzt auf einen solchen Zustand bringet, da eine der andern so wenig Veränderung, als möglich, mehr zuziehet, sowohl die Einförmigkeit der Richtung, als auch die gehörigen Grade der Geschwindigkeiten hervorgebracht hat, die in jedem Abstande nach der Zentralkraft abgewogen sein und durch deren Verbindung[a]) weder über noch unter sich auszuschweifen trachten; da alle Elemente also nicht allein nach einer Seite, sondern auch beinahe in parallelen und freien Zirkeln um den gemeinschaftlichen Senkungspunkt in dem dünnen Himmelsraume umlaufend gemacht worden. Diese Bewegungen der Teile mußten hernach fortdauren, als sich planetische Kugeln daraus gebildet hatten, und bestehen anjetzt, durch die Verbindung des einmal eingepflanzten Schwunges mit der Zentralkraft, in unbeschränkte künftige Zeiten. Auf diesem so begreiflichen[b]) Grunde beruhen die Einförmigkeit der Richtungen in den Planetenkreisen, die genaue Beziehung auf eine gemeinschaftliche Fläche, die Mäßigung der Schwungskräfte nach der Attraktion des Ortes, die mit den Entfernungen abnehmende Genauheit dieser Analogien und die freie Abweichung der äußersten Himmelskörper nach beiden Seiten sowohl, als nach entgegengesetzter Richtung. Wenn diese Zeichen der gewechselten Abhängigkeit in denen Bestimmungen der Erzeugung auf eine, durch den ganzen Raum verbreitete, ursprünglich bewegte Materie mit offenbarer Gewißheit zeigen, so beweiset der gänzliche Mangel aller Materien in diesem nunmehro leeren Himmelsraume, außer derjenigen, woraus die Körper der Planeten, der Sonne und der Kometen zusammengesetzt sein, daß diese selber im Anfange in diesem Zustande der Ausbreitung müsse gewesen sein. Die Leichtigkeit und Richtigkeit, mit welcher aus diesem angenommenen Grundsatze alle Phänomena des Weltbaues in den vorigen Hauptstücken hergeleitet worden, ist eine Vollendung solcher Mutmaßung und gibt ihr einen Wert, der nicht mehr willkürlich ist.

a) „die Elemente“ Rahts Ak. Ausg.
b) „unbegreiflichen“ A. korr. Hartenstein.

Die Gewißheit einer mechanischen Lehrverfassung von dem Ursprunge des Weltgebäudes, vornehmlich des unsrigen, wird auf den höchsten Gipfel der Überzeugung erhoben, wenn man die Bildung der Himmelskörper selber, die Wichtigkeit[a]) und Größe ihrer Massen nach den Verhältnissen erwäget, die sie in Ansehung ihres Abstandes von dem Mittelpunkte der Gravitation haben. Denn erstlich ist die Dichtigkeit ihres Stoffes, wenn man sie im Ganzen ihres Klumpens erwäget, in beständigen Graden mit den Entfernungen von der Sonne abnehmend; eine Bestimmung, die so deutlich auf die mechanischen Bestimmungen der ersten Bildung zielet, daß man nichts mehr verlangen kann. Sie sind aus solchen Materien zusammengesetzet, deren die von schwererer Art einen tiefern Ort zu dem gemeinschaftlichen Senkungspunkte, die von leichterer Art aber einen entferneteren Abstand bekommen haben; welche Bedingung in aller Art der natürlichen Erzeugung notwendig ist. Aber bei einer unmittelbar aus dem göttlichen Willen fließenden Errichtung[b]) ist nicht der mindeste Grund zu gedachtem Verhältnisse[c]) anzutreffen. Denn ob es gleich scheinen möchte, daß die entfernteren Kugeln aus leichterem Stoffe bestehen müßten, damit sie von der geringern Kraft der Sonnenstrahlen die nötige Wirkung verspüren könnten; so ist dieses doch nur ein Zweck, der auf die Beschaffenheit der auf der Oberfläche befindlichen Materien und nicht auf die tieferen Sorten ihres[d]) inwendigen Klumpens zielet, als in welche die Sonnenwärme niemals einige Wirkung tut, die auch nur dienen, die Attraktion des Planeten, welche die ihn umgebenden Körper zu ihm sinkend machen soll, zu bewirken, und daher nicht die mindeste Beziehung auf die Stärke oder Schwäche der Sonnenstrahlen haben dürfen[e]). Wenn man daher fraget, woher die aus den richtigen Rechnungen des Newton gezogene

a) Hartenstein, Kehrbach, Kirchmann „Dichtigkeit".
b) „Einrichtung" Kirchmann Ak. Ausg.
c) „gedachten Verhältnisse" A. Kehrbach, Hartenstein: „gedachten Verhältnissen".
d) „seines" A.
e) „darf" A. korr. Ak. Ausg.

Dichtigkeiten der Erde, des Jupiters, des Saturns sich gegeneinander, wie 400, $94^1/_2$ und 64 verhalten, so wäre es ungereimt, die Ursache der Absicht Gottes, welcher sie nach den Graden der Sonnenwärme gemäßiget hat, beizumessen; denn da kann unsere Erde uns zum Gegenbeweise dienen, bei der die Sonne nur in eine so geringe Tiefe unter der Oberfläche durch ihre Strahlen wirket, daß derjenige Teil ihres Klumpens, der dazu einige Beziehung haben muß, bei weitem nicht den millionsten Teil des Ganzen beträgt, wovon das übrige in Ansehung dieser Absicht völlig gleichgültig ist. Wenn also der Stoff, daraus die Himmelskörper bestehen, ein ordentliches mit den Entfernungen harmonierendes Verhältnis gegeneinander hat, und die Planeten einander anjetzt nicht einschränken können, da sie nun im leeren Raume voneinander abstehen, so muß ihre Materie vordem in einem Zustande gewesen sein, da sie ineinander gemeinschaftliche Wirkung tun können, um sich in die ihrer spezifischen Schwere proportionierte Örter einzuschränken, welches nicht anders hat geschehen können, als daß ihre Teile vor der Bildung in dem ganzen Raume des Systems ausgebreitet gewesen und dem allgemeinen Gesetze der Bewegung gemäß Örter gewonnen haben, welche ihrer Dichtigkeit gebühren.

Das Verhältnis unter der Größe der planetischen Massen, welches mit den Entfernungen zunimmt, ist der zweite Grund, der die mechanische Bildung der Himmelskörper, und vornehmlich unsere Theorie von derselben klärlich beweiset. Warum nehmen die Massen der Himmelskörper ohngefähr mit den Entfernungen zu? Wenn man einer der Wahl Gottes alles zuschreibenden Lehrart nachgehet, so könnte keine andere Absicht gedacht werden, warum die entfernetern Planeten größere Massen haben müssen, als damit sie durch[a]) die vorzügliche Stärke ihrer Anziehung in ihrer Sphäre einen oder etliche Monde begreifen könnten, welche dienen sollen, den Bewohnern, welche vor sie bestimmt sind, den Aufenthalt bequemlich zu machen. Allein dieser Zweck konnte ebensowohl durch

a) „durch“ Zusatz der Ausgabe v. 1797.

eine vorzügliche Dichtigkeit in dem Inwendigen ihres Klumpens erhalten werden, und warum mußte denn die aus besonderen Gründen fließende Leichtigkeit des Stoffes, welche diesem Verhältnis entgegen ist, bleiben und durch den Vorzug des Volumens so weit übertroffen werden, daß dennoch die Masse der obern wichtiger, als der untern ihre würde? Wenn man nicht auf die Art der natürlichen Erzeugung dieser Körper acht hat, so wird man schwerlich von diesem Verhältnisse Grund geben können; aber in Betrachtung derselben ist nichts leichter, als diese Bestimmung zu begreifen. Als der Stoff aller Weltkörper in dem Raum des planetischen Systems noch ausgebreitet war, so bildete die Anziehung aus diesen Teilchen Kugeln, welche ohne Zweifel um desto größer werden mußten, je weiter der Ort ihrer Bildungssphäre von demjenigen allgemeinen Zentralkörper entfernet war, der aus dem Mittelpunkte des ganzen Raumes durch eine vorzüglich mächtige Attraktion diese Vereinigung, soviel an ihm ist, einschränkete und hinderte.

Man wird die Merkmale dieser Bildung der Himmelskörper aus dem im Anfange ausgebreitet gewesenen Grundstoffe mit Vergnügen an der Weite der Zwischenräume gewahr, die ihre Kreise voneinander scheiden, und die nach diesem Begriffe als die leeren Fächer müssen angesehen werden, aus denen die Planeten die Materie zu ihrer Bildung hergenommen haben. Man siehet, wie diese Zwischenräume zwischen den Kreisen ein Verhältnis zu der Größe der Massen haben, die daraus gebildet sein. Die Weite zwischen dem Kreise des Jupiters und des Mars ist so groß, daß der darin beschlossene Raum die Fläche aller unteren Planetenkreise zusammengenommen übertrifft; allein er ist des größesten unter allen Planeten würdig, desjenigen, der mehr Masse hat, als alle übrigen zusammen. Man kann diese Entfernung des Jupiters von dem Mars nicht der Absicht beimessen, daß ihre Attraktionen einander so wenig, als möglich, hindern sollten. Denn nach solchem Grunde würde sich der Planet zwischen zwei Kreisen allemal demjenigen[a]) am

a) „Planeten“ Zusatz Rahts Ak. Ausg.

nächsten befinden, dessen mit der seinigen vereinigte Attraktion die beiderseitigen Umläufe um die Sonne am wenigsten stören kann; folglich demjenigen, der die kleinste Masse hat. Weil nun nach den richtigen Rechnungen Newtons die Gewalt, womit Jupiter in den Lauf des Mars wirken kann, zu derjenigen, die er in den Saturn durch die vereinigte Anziehung ausübet, sich[a]) wie $^1/_{12512}$ zu $^1/_{200}$ verhält; so kann man leicht die Rechnung machen, um wieviel Jupiter sich dem Kreise des Mars näher befinden müßte, als des Saturns seinem, wenn ihr Abstand durch die Absicht ihrer äußerlichen Beziehung, und nicht durch den Mechanismus ihrer Erzeugung bestimmt worden wäre. Da dieses sich nun aber ganz anders befindet; da ein planetischer Kreis in Ansehung der zwei Kreise, die über und unter ihm sein, sich oft von demjenigen abstehender befindet, in welchem ein kleinerer Planet läuft, als die[b]) Bahn dessen von größerer Masse; die Weite des Raumes aber um den Kreis eines jeden Planeten allemal ein richtiges Verhältnis zu seiner Masse hat, so ist klar, daß die Art der Erzeugung diese Verhältnisse müsse bestimmt haben, und daß, weil diese Bestimmungen so, wie die Ursache und die Folgen derselben, scheinen verbunden zu sein, man es wohl am richtigsten treffen wird, wenn man die zwischen den Kreisen begriffene Räume als die Behältnisse desjenigen Stoffes ansiehet, daraus sich die Planeten gebildet haben; woraus unmittelbar folget, daß deren Größe dieser ihren Massen proportioniert sein muß, welches Verhältnis aber bei denen entferntern Planeten durch die in dem ersten Zustande größere Zerstreuung der elementarischen Materie in diesen Gegenden vermehret wird. Daher von zwei Planeten, die an Masse einander ziemlich gleichkommen, der entferntere einen größern Bildungsraum, d. i. einen größern Abstand von den beiden nächsten Kreisen haben muß, sowohl weil der Stoff daselbst an sich spezifisch leichterer Art, als auch weil er zerstreuter war, als bei dem, so sich näher zu der Sonne bildete.

a) „sich“ Zusatz Rosenkranz.
b) „von der“ Rahts Ak. Ausg.

Daher, obgleich die Erde zusamt dem Monde der Venus noch nicht an körperlichem Inhalte gleich zu sein scheinet, so hat sie dennoch um sich einen größern Bildungsraum erfordert, weil sie sich aus einem mehr zerstreuten Stoffe zu bilden hatte[a]), als dieser untere Planet. Vom Saturn ist aus diesen Gründen zu vermuten, daß seine Bildungssphäre sich auf der abgelegenen Seite viel weiter wird ausgebreitet haben, als auf der Seite gegen den Mittelpunkt hin (wie denn dieses fast von allen Planeten gilt); und daher wird der Zwischenraum zwischen dem Saturnuskreise und der Bahn des diesem Planeten zunächst obern Himmelskörpers, den man über ihm vermuten kann, viel weiter, als zwischen ebendemselben und dem Jupiter sein.

Also gehet alles in dem planetischen Weltbaue stufenweise, mit richtigen Beziehungen zu der ersten erzeugenden Kraft, die neben dem Mittelpunkte wirksamer, als in der Ferne gewesen, in alle unbeschränkte Weiten fort. Die Verminderung der eingedrückten schießenden Kraft, die Abweichung von der genauesten Übereinstimmung in der Richtung und der Stellung der Kreise, die Dichtigkeiten der Himmelskörper, die Sparsamkeit der Natur in Absehen auf den Raum ihrer Bildung, alles vermindert sich stufenartig von dem Zentro in die weiten Entfernungen; alles zeiget, daß die erste Ursache an die mechanischen Regeln der Bewegung gebunden gewesen, und nicht durch eine freie Wahl gehandelt hat.

Allein, was so deutlich, als irgend sonsten etwas, die natürliche Bildung der Himmelskugeln aus dem ursprünglich in dem Raume des Himmels, der nunmehro leer ist, ausgebreitet gewesenen Grundstoffe anzeiget, ist diejenige Übereinstimmung, die ich von dem Herrn von Buffon entlehne, die aber in seiner Theorie bei weitem den Nutzen, als in der unsrigen, nicht hat. Denn nach seiner Bemerkung, wenn man die Planeten, deren Massen man durch Rechnung bestimmen kann, zusammen summieret: nämlich den Saturn, den Jupiter, die Erde und den Mond, so geben sie einen Klumpen, dessen Dichtigkeit der Dichtigkeit

a) „hatten“ A.

des Sonnenkörpers wie 640 zu 650 beikommt, gegen[a]) welche, da es die Hauptstücke in dem[b]) planetischen System sind[c]) die übrigen Planeten Mars, Venus und Merkur kaum verdienen gerechnet zu werden; so wird man billig über die merkwürdige Gleichheit erstaunen, die zwischen der Materie des gesamten planetischen Gebäudes, wenn es als in einem Klumpen vereinigt betrachtet wird, und zwischen der Masse der Sonnen herrschet. Es wäre ein unverantwortlicher Leichtsinn, diese Analogie einem Ungefähr zuzuschreiben, welche unter einer Mannigfaltigkeit so unendlich verschiedener Materien, deren nur allein auf unserer Erde einige anzutreffen sind, die 15tausendmal an Dichtigkeit voneinander übertroffen werden, dennoch im Ganzen der Verhältnis von 1 zu[d]) 1 so nahe kommen; und man muß zugeben, daß, wenn man die Sonne als ein Mengsel von allen Sorten Materie, die in dem planetischen Gebäude voneinander geschieden sein, betrachtet, alle insgesamt sich in einem Raume scheinen gebildet zu haben, der ursprünglich mit gleichförmig ausgebreitetem Stoffe erfüllet war, und auf dem Zentralkörper sich ohne Unterschied versammlet, zur Bildung der Planeten aber nach Maßgebung der Höhen eingeteilet worden. Ich überlasse es denen, die die mechanische Erzeugung der Weltkörper nicht zugeben können, aus den Bewegungsgründen der Wahl Gottes diese so besondere Übereinstimmung, wo sie können, zu erklären. Ich will endlich aufhören, eine Sache von so überzeugender Deutlichkeit, als die Entwickelung des Weltgebäudes aus den Kräften der Natur ist, auf mehr Beweistümer zu gründen. Wenn man imstande ist, bei so vieler Überführung unbeweglich zu bleiben, so muß man entweder gar zu tief in den Fesseln des Vorurteils liegen, oder gänzlich unfähig sein, sich über den Wust hergebrachter Meinungen zu der Betrachtung der allerreinsten Wahrheit emporzuschwingen. Indessen ist zu glauben, daß niemand, als die Blödsinnigen, auf deren Beifall man

a—b) „welche . . . gegen“ korr. Hartenstein.
c) „den“ A.
d) „bis“ A.

nicht rechnen darf, die Richtigkeit dieser Theorie verkennen könnte, wenn die Übereinstimmungen, die der Weltbau in allen seinen Verbindungen zu dem Nutzen der vernünftigen Kreatur hat, nicht etwas mehr als bloße allgemeine Naturgesetze zum Grunde zu haben schienen. Man glaubt auch mit Recht, daß geschickte Anordnungen, welche auf einen würdigen Zweck abzielen, einen weisen Verstand zum Urheber haben müssen, und man wird völlig befriedigt werden, wenn man bedenkt, daß, da die Naturen der Dinge keine andere, als eben diese Urquelle erkennen, ihre wesentliche und allgemeine Beschaffenheiten eine natürliche Neigung zu anständigen und untereinander wohl übereinstimmenden Folgen haben müssen. Man wird sich also nicht befremden dürfen, wenn man zum gewechselten Vorteile der Kreaturen gereichende Einrichtungen der Weltverfassung gewahr wird, selbige einer natürlichen Folge aus den allgemeinen Gesetzen der Natur beizumessen; denn was aus diesen[a]) herfließet, ist nicht die Wirkung des blinden Zufalles oder der unvernünftigen Notwendigkeit; es gründet sich zuletzt doch in der höchsten Weisheit, von der die allgemeinen Beschaffenheiten ihre Übereinstimmung entlehnen. Der eine Schluß ist ganz richtig: wenn in der Verfassung der Welt Ordnung und Schönheit hervorleuchten, so ist ein Gott. Allein der andere ist nicht weniger gegründet: wenn diese Ordnung aus allgemeinen Naturgesetzen hat herfließen können, so ist die ganze Natur notwendig eine Wirkung der höchsten Weisheit.

Wenn man es sich aber durchaus belieben läßt, die unmittelbare Anwendung der göttlichen Weisheit an allen Anordnungen der Natur, die unter sich Harmonie und nützliche Zwecke begreifen, zu erkennen, indem man der Entwickelung aus allgemeinen Bewegungsgesetzen keine übereinstimmende Folgen zutrauet; so wollte ich raten, in der Beschauung des Weltbaues seine Augen nicht auf einen einzigen unter den Himmelskörpern, sondern auf das Ganze zu richten, um sich aus diesem Wahne auf einmal herauszureißen.

a) „diesem“ A.

Wenn die schiefe Lage der Erdachse gegen die Fläche ihres jährlichen Laufes durch die beliebte Abwechselung der Jahreszeiten ein Beweistum der unmittelbaren Hand Gottes sein soll, so darf man nur diese Beschaffenheit bei den andern Himmelskörpern dagegen halten; so wird man gewahr werden, daß sie bei jedem derselben abwechselt, und daß in dieser Verschiedenheit es auch einige gibt, die sie gar nicht haben; wie z. E. Jupiter, dessen Achse senkrecht zu dem Plane seines Kreises ist, und Mars, dessen seine es beinahe ist, welche beide keine Verschiedenheit der Jahreszeiten genießen, und doch ebensowohl Werke der höchsten Weisheit, als die andern sind. Die Begleitung der Monde beim Saturn, dem Jupiter und der Erde würden scheinen besondere Anordnungen des höchsten[a]) Wesens zu sein, wenn die freie Abweichung von diesem Zwecke durch das ganze System des Weltbaues nicht anzeigte, daß die Natur, ohne durch einen außerordentlichen Zwang in ihrem freien Betragen gestört zu sein, diese Bestimmungen hervorgebracht habe. Jupiter hat vier Monde, Saturn fünf, die Erde einen, die übrigen Planeten gar keinen; ob es gleich scheinet, daß diese wegen ihrer längeren Nächte derselben bedürftiger wären, als jene. Wenn man die proportionierte Gleichheit der den Planeten eingedrückten Schwungskräfte mit den Zentralneigungen ihres Abstandes als die Ursache, woher sie beinahe in Zirkeln um die Sonne laufen, und durch die Gleichmäßigkeit der von dieser erteilten Wärme zu Wohnplätzen vernünftiger Kreaturen geschickt werden, bewundert und sie als den unmittelbaren Finger der Allmacht ansiehet, so wird man auf einmal auf die allgemeinen Gesetze der Natur zurückgeführet, wenn man erwäget, daß diese planetische Beschaffenheit sich nach und nach, mit allen Stufen der Verminderung, in der Tiefe des Himmels verlieret, und daß eben die höchste Weisheit, welche an der gemäßigten Bewegung der Planeten ein Wohlgefallen gehabt hat, auch die Mängel nicht ausgeschlossen, mit welchen sich das System endiget, indem es in der völligen

a) „höchsten“ fehlt in A.

Unregelmäßigkeit und Unordnung aufhöret. Die Natur, ohnerachtet sie eine wesentliche Bestimmung zur Vollkommenheit und Ordnung hat, fasset in dem Umfange ihrer Mannigfaltigkeit alle mögliche Abwechselungen, sogar bis auf die Mängel und Abweichungen, in sich. Ebendieselbe unbeschränkte Fruchtbarkeit derselben hat die bewohnten Himmelskugeln sowohl, als die Kometen, die nützlichen Berge und die schädlichen Klippen, die bewohnbaren Landschaften und öden Wüsteneien, die Tugenden und Laster hervorgebracht.

Allgemeine

Naturgeschichte und Theorie des Himmels

Dritter Teil

Welcher einen Versuch einer auf die Analogien der Natur gegründeten Vergleichung zwischen den Einwohnern verschiedener Planeten in sich enthält.

Wer das Verhältnis aller Welten, von einem Teil zum andern weiß,
Wer aller Sonnen Menge kennet und jeglichen Planetenkreis;
Wer die verschiedenen Bewohner von einem jeden Stern erkennet,
Dem ist allein, warum die Dinge so sein, als wie sie sein, vergönnet,
Zu fassen und uns zu erklären.

Pope.

Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.

Dritter Teil.

Anhang

von den Bewohnern der Gestirne.

Weil ich davor halte, daß es den Charakter der Weltweisheit entehren heiße, wenn man sich ihrer gebrauchet, mit einer Art von Leichtsinn freie Ausschweifungen des Witzes mit einiger Scheinbarkeit zu behaupten, wenn man sich gleich erklären wollte, daß es nur geschähe, um zu belustigen, so werde ich[a]) in gegenwärtigem Versuche keine anderen Sätze anführen, als solche, die zur Erweiterung unseres Erkenntnisses wirklich beitragen können, und deren Wahrscheinlichkeit zugleich so wohl gegründet ist, daß man sich kaum entbrechen kann, sie gelten zu lassen.

Obgleich es scheinen möchte, daß in dieser Art des Vorwurfes die Freiheit, zu erdichten, keine eigentliche Schranken habe, und daß man in dem Urteil von der Beschaffenheit der Einwohner entlegener Welten mit weit größerer Ungebundenheit der Phantasei könne den Zügel schießen lassen, als ein Maler in der Abbildung der Gewächse oder Tiere unentdeckter Länder, und daß dergleichen Gedanken weder recht erwiesen noch widerleget werden könnten; so muß man doch gestehen, daß die Entfernungen der Himmelskörper von der Sonne gewisse Verhältnisse mit sich führen,

a) „ich“ fehlt in A.

welche einen wesentlichen Einfluß in die verschiedenen Eigenschaften der denkenden Naturen nach sich ziehen, die auf denenselben befindlich sind, als deren Art zu wirken und zu leiden, an die Beschaffenheit der Materie, mit der sie verknüpfet sein, gebunden ist und von dem Maß der Eindrücke abhänget, die die Welt nach den Eigenschaften der Beziehung ihres Wohnplatzes zu dem Mittelpunkte der Attraktion und der Wärme in ihnen erwecket.

Ich bin der Meinung, daß es eben nicht notwendig sei, zu behaupten, alle Planeten müßten bewohnt sein, ob es gleich eine Ungereimtheit wäre, dieses in Ansehung aller oder auch nur der meisten zu leugnen. Bei dem Reichtume der Natur, da Welten und Systeme, in Ansehung des Ganzen der Schöpfung, nur Sonnenstäubchen sein, könnte es auch wohl öde und unbewohnte Gegenden geben, die nicht auf das genaueste zu dem Zwecke der Natur, nämlich der Betrachtung vernünftiger Wesen, genutzet würden. Es wäre, als wenn man sich aus dem Grunde der Weisheit Gottes ein Bedenken machen wollte, zuzugeben, daß sandichte und unbewohnte Wüsteneien große Strecken des Erdbodens einnehmen, und daß es verlassene Inseln im Weltmeere gebe, darauf kein Mensch befindlich ist. Indessen ist ein Planet viel weniger in Ansehung des Ganzen der Schöpfung, als eine Wüste oder Insel in Ansehung des Erdbodens.

Vielleicht, daß sich noch nicht alle Himmelskörper völlig ausgebildet haben; es gehören Jahrhunderte, und vielleicht Tausende von Jahren dazu, bis ein großer Himmelskörper einen festen Stand seiner Materien erlanget hat. Jupiter scheinet noch in diesem Streite zu sein. Die merkliche Abwechselung seiner Gestalt zu verschiedenen Zeiten hat die Astronomen schon vorlängst mutmaßen lassen, daß er große Umstürzungen erleiden müsse, und bei weitem so ruhig auf seiner Oberfläche nicht sei, als es ein bewohnbarer Planet sein muß. Wenn er keine Bewohner hat, und auch keine jemals haben sollte, was vor ein unendlich kleiner Aufwand der Natur wäre dieses, in Ansehung der Unermeßlichkeit der ganzen Schöpfung? Und wäre es nicht vielmehr ein Zeichen der Armut, als des Über-

flusses derselben, wenn sie in jedem Punkte des Raumes so sorgfältig sein sollte, alle ihre Reichtümer aufzuzeigen?

Allein man kann noch mit mehr Befriedigung vermuten, daß, wenn er gleich jetzt unbewohnt ist, er dennoch es dereinst werden wird, wenn die Periode seiner Bildung wird vollendet sein. Vielleicht ist unsere Erde tausend oder mehr Jahre vorhanden gewesen, ehe sie sich in Verfassung befunden hat, Menschen, Tiere und Gewächse unterhalten zu können. Daß ein Planet nun einige tausend Jahre später zu dieser Vollkommenheit kommt, das tut dem Zwecke seines Daseins keinen Abbruch. Er wird eben um deswillen auch ins zukünftige länger in der Vollkommenheit seiner Verfassung, wenn er sie einmal erreichet hat, verbleiben; denn es ist einmal ein gewisses Naturgesetz: alles, was einen Anfang hat, nähert sich beständig seinem Untergange, und ist demselben um so viel näher, je mehr es sich von dem Punkte seines Anfanges entfernet hat.

Die satirische Vorstellung jenes witzigen Kopfes aus dem Haag, welcher, nach der Anführung der allgemeinen Nachrichten aus dem Reiche der Wissenschaften, die Einbildung von der notwendigen Bevölkerung aller Weltkörper auf der lächerlichen Seite vorzustellen wußte, kann nicht anders als gebilliget werden. „Diejenigen Kreaturen," spricht er, „welche die Wälder auf dem Kopfe eines Bettlers bewohnen, hatten schon lange ihren Aufenthalt vor eine unermeßliche Kugel und sich selber als das Meisterstück der Schöpfung angesehen, als einer unter ihnen, den der Himmel mit einer feinern Seele begabet hatte, ein kleiner Fontenelle seines Geschlechts, den Kopf eines Edelmanns unvermutet gewahr ward. Alsbald rief er alle witzige Köpfe seines Quartiers zusammen und sagte ihnen mit Entzückung: wir sind nicht die einzigen belebten Wesen der ganzen Natur; sehet hier ein neues Land, hie wohnen mehr Läuse." Wenn der Ausgang dieses Schlusses ein Lachen erwecket, so geschieht es nicht um deswillen, weil er von der Menschen Art, zu urteilen, weit abgehet, sondern weil ebenderselbe Irrtum, der bei dem Menschen eine gleiche

Ursache zum Grunde hat, bei diesen mehr Entschuldigung zu verdienen scheinet.

Laßt uns ohne Vorurteil urteilen. Dieses Insekt, welches sowohl seiner Art, zu leben, als auch seiner Nichtswürdigkeit nach die Beschaffenheit der meisten Menschen sehr wohl ausdrückt, kann mit gutem Fuge zu einer solchen Vergleichung gebraucht werden. Weil seiner Einbildung nach der Natur an seinem Dasein unendlich viel gelegen ist, so hält es die ganze übrige Schöpfung vor vergeblich, die nicht eine genaue Abzielung auf sein Geschlechte, als den Mittelpunkt ihrer Zwecke mit sich führet. Der Mensch, welcher gleich unendlich weit von der obersten Stufe der Wesen abstehet, ist so verwegen, von der Notwendigkeit seines Daseins sich mit gleicher Einbildung zu schmeicheln. Die Unendlichkeit der Schöpfung fasset alle Naturen, die ihr überschwenglicher Reichtum hervorbringt, mit gleicher Notwendigkeit in sich. Von der erhabensten Klasse unter den denkenden Wesen bis zu dem verachtetsten Insekt ist ihr kein Glied gleichgültig; und es kann keins fehlen, ohne daß die Schönheit des Ganzen, welche in dem Zusammenhange bestehet, dadurch unterbrochen würde. Indessen wird alles durch allgemeine Gesetze bestimmet, welche die Natur durch die Verbindung ihrer ursprünglich eingepflanzten Kräfte bewirket. Weil sie in ihrem Verfahren lauter Wohlanständigkeit und Ordnung hervorbringt, so darf keine einzelne Absicht ihre Folgen stören und unterbrechen. Bei ihrer ersten Bildung war die Erzeugung eines Planeten nur eine unendlich kleine Folge ihrer Fruchtbarkeit; und nun wäre es etwas Ungereimtes, daß ihre so wohl gegründete Gesetze den besondern Zwecken dieses Atomus nachgeben sollten. Wenn die Beschaffenheit eines Himmelskörpers der Bevölkerung natürliche Hindernisse entgegensetzet, so wird er unbewohnt sein, obgleich es an und vor sich schöner wäre, daß er Einwohner hätte. Die Trefflichkeit der Schöpfung verlieret dadurch nichts; denn das Unendliche ist unter allen Größen diejenige, welche durch Entziehung eines endlichen Teiles nicht vermindert wird. Es wäre, als wenn man klagen wollte, daß der Raum zwischen dem Jupiter und dem Mars so un-

nötig leer stehet, und daß es Kometen gibt, welche nicht bevölkert sind. In der Tat, jenes Insekt mag uns so nichtswürdig scheinen als es wolle, es ist der Natur gewiß an der Erhaltung seiner ganzen Klasse mehr gelegen als an einer kleinen Zahl vortrefflicherer Geschöpfe, deren es dennoch unendlich viel gibt, wenn ihnen gleich eine Gegend oder Ort beraubet sein sollte. Weil sie in Hervorbringung beider unerschöpflich ist, so sieht man ja gleich unbekümmert beide in ihrer Erhaltung und Zerstörung den allgemeinen Gesetzen überlassen. Hat wohl jemals der Besitzer jener bewohnten Wälder auf dem Kopfe des Bettlers größere Verheerungen unter dem Geschlechte dieser Kolonie gemacht, als der Sohn Philipps in dem Geschlechte seiner Mitbürger anrichtete, als es ihm sein böser Genius in den Kopf gesetzet hatte, daß die Welt nur um seinetwillen hervorgebracht sei?

Indessen sind doch die meisten unter den Planeten gewiß bewohnt, und die es nicht sind, werden es dereinst werden. Was vor Verhältnisse werden nun, unter den verschiedenen Arten dieser Einwohner, durch die Beziehung ihres Ortes in dem Weltgebäude zu dem Mittelpunkte, daraus sich die Wärme verbreitet, die alles belebt, verursachet werden? Denn es ist gewiß, daß diese, unter den Materien dieser Himmelskörper, nach Proportion ihres Abstandes, gewisse Verhältnisse in ihren Bestimmungen mit sich führet. Der Mensch, welcher unter allen vernünftigen Wesen dasjenige ist, welches wir am deutlichsten kennen, ob uns gleich seine innere Beschaffenheit annoch ein unerforschtes Problema ist, muß in dieser Vergleichung zum Grunde und zum allgemeinen Beziehungspunkte dienen. Wir wollen ihn allhier nicht nach seinen moralischen Eigenschaften, auch nicht nach der physischen Einrichtung seines Baues betrachten; wir wollen nur untersuchen, was das Vermögen, vernünftig zu denken, und die Bewegung seines Leibes, die diesem gehorchet, durch die dem Abstande von der Sonne proportionierte Beschaffenheit der Materie, an die er geknüpfet ist, vor Einschränkungen leide. Des unendlichen Abstandes ungeachtet, welcher zwischen der Kraft, zu denken, und der Bewegung der Materie, zwischen dem ver-

nünftigen Geiste und dem Körper anzutreffen ist, so ist es doch gewiß, daß der Mensch, der alle seine Begriffe und Vorstellungen von den Eindrücken her hat, die das Universum vermittelst des Körpers in seiner Seele erreget, sowohl in Ansehung der Deutlichkeit derselben, als auch der Fertigkeit, dieselbe zu verbinden und zu vergleichen, welche man das Vermögen zu denken nennet, von der Beschaffenheit dieser Materie völlig abhängt, an die der Schöpfer ihn gebunden hat.

Der Mensch ist erschaffen, die Eindrücke und Rührungen, die die Welt in ihm erregen soll, durch denjenigen Körper anzunehmen, der der sichtbare Teil seines Wesens ist, und dessen Materie nicht allein dem unsichtbaren Geiste, welcher ihn bewohnet, dienet, die ersten Begriffe der äußern Gegenstände einzudrücken, sondern auch in der innern Handlung diese zu wiederholen, zu verbinden, kurz, zu denken, unentbehrlich ist*). Nach dem Maße, als sein Körper sich ausbildet, bekommen die Fähigkeiten seiner denkenden Natur auch die gehörigen Grade der Vollkommenheit, und erlangen allererst ein gesetztes und männliches Vermögen, wenn die Fasern seiner Werkzeuge die Festigkeit und Dauerhaftigkeit überkommen haben, welche die Vollendung ihrer Ausbildung ist. Diejenigen Fähigkeiten entwickeln sich bei ihm früh genug, durch welche er der Notdurft, die die Abhängigkeit von den äußerlichen Dingen ihm zuziehet, genug tun kann. Bei einigen Menschen bleibt es bei diesem Grade der Auswickelung. Das Vermögen, abgezogene Begriffe zu verbinden und durch eine freie Anwendung der Einsichten über den Hang der Leidenschaften zu herrschen, findet sich spät ein, bei einigen niemals in ihrem ganzen Leben; bei allen aber ist es

*) Es ist aus den Gründen der Psychologie ausgemacht, daß vermöge der jetzigen Verfassung, darin die Schöpfung Seele und Leib voneinander abhängig gemachet hat, die erstere nicht allein alle Begriffe des Universi durch des letztern Gemeinschaft und Einfluß überkommen muß, sondern auch die Ausübung seiner Denkungskraft selber auf dessen Verfassung ankommt, und von dessen Beihilfe die nötige Fähigkeit dazu entlehnet.

schwach; es dienet den unteren Kräften, über die es doch herrschen sollte, und in deren Regierung der Vorzug seiner Natur bestehet. Wenn man das Leben der meisten Menschen ansiehet, so scheinet diese Kreatur geschaffen zu sein, um wie eine Pflanze Saft in sich zu ziehen und zu wachsen, sein Geschlecht fortzusetzen, endlich alt zu werden und zu sterben. Er erreichet unter allen Geschöpfen am wenigsten den Zweck seines Daseins, weil er seine vorzügliche Fähigkeiten zu solchen Absichten verbrauchet, die die übrigen Kreaturen mit weit minderen, und doch weit sicherer und anständiger, erreichen. Er würde auch das verachtungswürdigste unter allen, zum wenigsten in den Augen der wahren Weisheit sein, wenn die Hoffnung des Künftigen ihn nicht erhübe, und denen in ihm verschlossenen Kräften nicht die Periode einer völligen Auswickelung bevorstünde.

Wenn man die Ursache der Hindernisse untersuchet, welche die menschliche Natur in einer so tiefen Erniedrigung erhalten, so findet sie sich in der Grobheit der Materie, darin sein geistiger Teil versenket ist, in der Unbiegsamkeit der Fasern, und der Trägheit und Unbeweglichkeit der Säfte, welche dessen Regungen gehorchen sollen. Die Nerven und Flüssigkeiten seines Gehirnes liefern ihm nur grobe und undeutliche Begriffe, und weil er der Reizung der sinnlichen Empfindungen, in dem Inwendigen seines Denkungsvermögens, nicht genugsam kräftige Vorstellungen zum Gleichgewichte entgegenstellen kann, so wird er von seinen Leidenschaften hingerissen, von dem Getümmel der Elemente, die seine Maschine unterhalten, übertäubet und gestöret. Die Bemühungen der Vernunft, sich dagegen zu erheben, und diese Verwirrung durch das Licht der Urteilskraft zu vertreiben, sind wie die Sonnenblicke, wenn dicke Wolken ihre Heiterkeit unablässig unterbrechen und verdunkeln.

Diese Grobheit des Stoffes und des Gewebes in dem Baue der menschlichen Natur ist die Ursache derjenigen Trägheit, welche die Fähigkeiten der Seele in einer beständigen Mattigkeit und Kraftlosigkeit erhält. Die Handlung des Nachdenkens und der durch die Vernunft aufgeklärten Vorstellungen ist ein müh-

samer Zustand, darein die Seele sich nicht ohne Widerstand setzen kann, und aus welchem sie, durch einen natürlichen Hang der körperlichen Maschine, alsbald in den leidenden Zustand zurückfällt, da die sinnlichen[a]) Reizungen alle ihre Handlungen bestimmen und regieren.

Diese Trägheit seiner Denkungskraft, welche eine Folge der Abhängigkeit von einer groben und ungelenksamen Materie ist, ist nicht allein die Quelle des Lasters, sondern auch des Irrtums. Durch die Schwierigkeit, welche mit der Bemühung verbunden ist, den Nebel der verwirrten Begriffe zu zerstreuen, und das durch verglichene Ideen entspringende allgemeine Erkenntnis von den sinnlichen Eindrücken abzusondern, abgehalten, gibt sie lieber einem übereilten Beifalle Platz, und beruhigt sich in dem Besitze einer Einsicht, welche ihr die Trägheit ihrer Natur und der Widerstand der Materie kaum von der Seite erblicken lassen.

In dieser Abhängigkeit schwinden die geistigen Fähigkeiten zugleich mit der Lebhaftigkeit des Leibes; wenn das hohe Alter durch den geschwächten Umlauf der Säfte nur dicke Säfte in dem Körper kochet, wenn die Beugsamkeit der Fasern und die Behendigkeit in allen Bewegungen abnimmt, so erstarren die Kräfte des Geistes in einer gleichen Ermattung. Die Hurtigkeit der Gedanken, die Klarheit der Vorstellung[b]), die Lebhaftigkeit des Witzes und das Erinnerungsvermögen werden kraftlos und erkalten. Die durch lange Erfahrung eingepfropften Begriffe ersetzen noch einigermaßen den Abgang dieser Kräfte, und der Verstand würde sein Unvermögen noch deutlicher verraten, wenn die Heftigkeit der Leidenschaften, die dessen Zügel nötig haben, nicht zugleich, und noch eher als er, abnehmen möchten.

Es erhellet demnach hieraus deutlich, daß die Kräfte der menschlichen Seele von den Hindernissen einer groben Materie, an die sie innigst verbunden werden, eingeschränket und gehemmet werden; aber es ist

a) „sämtlichen“ A. korr. Hartenstein.
b) „Vorstellungen“ Ak. Ausg.

etwas noch Merkwürdigers, daß diese spezifische Beschaffenheit des Stoffes eine wesentliche Beziehung zu dem Grade des Einflusses[a]) hat, womit die Sonne nach dem Maße ihres Abstandes sie belebet und zu den Verrichtungen der animalischen Ökonomie tüchtig macht. Diese notwendige Beziehung zu dem Feuer, welches sich aus dem Mittelpunkte des Weltsystems verbreitet, um die Materie in der nötigen Regung zu erhalten, ist der Grund einer Analogie, die eben hieraus, zwischen den verschiedenen Bewohnern der Planeten, festgesetzet wird; und eine jede Klasse derselben ist vermöge dieser Verhältnis an den Ort durch die Notwendigkeit ihrer Natur gebunden, der ihr in dem Universo angewiesen worden.

Die Einwohner der Erde und der Venus können ohne ihr beiderseitiges Verderben ihre Wohnplätze gegeneinander nicht vertauschen. Der erstere, dessen Bildungsstoff vor den Grad der Wärme seines Abstandes proportioniert, und daher vor einen noch größern zu leicht und flüchtig ist, würde in einer erhitzteren Sphäre gewaltsame Bewegungen und eine Zerrüttung seiner Natur erleiden, die von der Zerstreuung und Austrocknung der Säfte und einer gewaltsamen Spannung seiner elastischen Fasern entstehen würde; der letztere, dessen gröberer Bau und Trägheit der Elemente seiner Bildung eines großen Einflusses der Sonne bedarf, würde in einer kühleren Himmelsgegend erstarren und in einer Leblosigkeit verderben. Ebenso müssen es weit leichtere und flüchtigere Materien sein, daraus der Körper des Jupiters-Bewohners bestehet, damit die geringe Regung, womit die Sonne in diesem Abstande wirken kann, diese Maschinen ebenso kräftig bewegen könne, als sie es in den unteren Gegenden verrichtet, und damit ich[b]) alles in einem allgemeinen Begriffe zusammenfasse: der Stoff, woraus die Einwohner verschiedener Planeten, ja sogar die Tiere und Gewächse auf denselben gebildet sein, muß überhaupt um desto leichterer und feinerer Art, und die

a) „Hinflusses“ A. korr. Ausg. 1797.
b) „ich“ fehlt in A.

Elastizität der Fasern samt der vorteilhaften Anlage ihres Baues um desto vollkommener sein, nach dem Maße, als sie weiter von der Sonne abstehen.

Dieses Verhältnis ist so natürlich und wohlgegründet, daß nicht allein die Bewegungsgründe des Endzwecks darauf führen, welche in der Naturlehre gemeiniglich nur als schwache Gründe angesehen werden, sondern zugleich die Proportion[a]) der spezifischen Beschaffenheit der Materien, woraus die Planeten bestehen, welche sowohl durch die Rechnungen des Newton, als auch durch die Gründe der Kosmogonie ausgemacht sind, dasselbe[b]) bestätigen, nach welchem der Stoff, woraus die Himmelskörper gebildet sind, bei den entferntern allemal leichterer Art, als bei den nahen ist, welches notwendig an denen Geschöpfen, die sich auf ihnen erzeugen und unterhalten, ein gleiches Verhältnis nach sich ziehen muß.

Wir haben eine Vergleichung zwischen der Beschaffenheit der Materie, damit die vernünftigen Geschöpfe auf den Planeten wesentlich vereinigt sein, ausgemacht; und es läßt sich auch nach der Einleitung dieser Betrachtung leichtlich erachten, daß diese Verhältnisse eine Folge auch in Ansehung ihrer geistigen Fähigkeit nach sich ziehen werden. Wenn demnach diese geistige Fähigkeiten eine notwendige Abhängigkeit von dem Stoffe der Maschine haben, welche sie bewohnen, so werden wir mit mehr als wahrscheinlicher Vermutung schließen können: daß die Trefflichkeit der denkenden Naturen, die Hurtigkeit in ihren Vorstellungen, die Deutlichkeit und Lebhaftigkeit der Begriffe, die sie durch äußerlichen Eindruck bekommen, samt dem Vermögen, sie zusammenzusetzen, endlich auch die Behendigkeit in der wirklichen Ausübung, kurz, der ganze Umfang ihrer Vollkommenheit unter einer gewissen Regel stehen, nach welcher dieselben, nach dem Verhältnis des Abstandes ihrer Wohn-

a) „Proportionen“ Rahts Ak. Ausg.
b) „dieselbe — welchen“ A. korr. Ak. Ausg.

plätze von der Sonne immer trefflicher und vollkommener werden.

Da dieses Verhältnis einen Grad der Glaubwürdigkeit hat, der nicht weit von einer ausgemachten Gewißheit entfernet ist, so finden wir ein offenes Feld zu angenehmen Mutmaßungen, die aus der Vergleichung der Eigenschaften dieser verschiedenen Bewohner entspringen. Die menschliche Natur, welche in der Leiter der Wesen gleichsam die mittelste Sprosse innehat, siehet sich zwischen den zwei äußersten Grenzen der Vollkommenheit mitten inne, von deren beiden Enden sie gleich weit entfernet ist. Wenn die Vorstellung der erhabensten Klassen vernünftiger Kreaturen, die den Jupiter oder den Saturn bewohnen, ihre Eifersucht reizet und sie durch die Erkenntnis ihrer eigenen Niedrigkeit demütiget, so kann der Anblick der niedrigen Stufen sie wiederum zufrieden sprechen und beruhigen, die in den Planeten Venus und Merkur weit unter der Vollkommenheit der menschlichen Natur erniedrigt sein. Welch ein verwunderungswürdiger Anblick! Von der einen Seite sahen wir denkende Geschöpfe, bei denen ein Grönländer oder Hottentotte ein Newton sein würde; und auf der andern Seite andere, die diesen als einen Affen bewundern.

Da jüngst die obern Wesen[a]) sahn,
Was unlängst recht verwunderlich
Ein Sterblicher bei uns getan,
Und wie er der Natur Gesetz entfaltet, wunderten sie sich,
Daß durch ein irdisches Geschöpf dergleichen möglich zu geschehn.
Und sahen unsern Newton an, so wie wir einen Affen sehn.

Pope.

Zu welch einem Fortgange in der Erkenntnis wird die Einsicht jener glückseligen Wesen der obersten Himmelssphären nicht gelangen! Welche schöne Folgen wird diese Erleuchtung der Einsichten nicht in ihre sittliche Beschaffenheit haben! Die Einsichten des Verstandes, wenn sie die gehörigen Grade der Vollständigkeit und Deutlichkeit besitzen, haben weit lebhaftere Reizungen als die sinnlichen Anlockungen an

a) „Weisen“ A.

sich, und sind vermögend, diese siegreich zu beherrschen und unter den Fuß zu treten. Wie herrlich wird sich die Gottheit selbst, die sich in allen Geschöpfen malet, in diesen denkenden Naturen nicht malen, welche als ein von den Stürmen der Leidenschaften unbewegtes Meer ihr Bild ruhig aufnehmen und zurückstrahlen! Wir wollen diese Mutmaßungen nicht über die einer physischen Abhandlung vorgezeichnete Grenzen erstrecken, wir bemerken nur nochmals die oben angeführte Analogie: daß die Vollkommenheit der Geisterwelt sowohl als der materialischen in den Planeten, von dem Merkur an bis zum Saturn, oder vielleicht noch über ihm (wo ferne noch andere Planeten sein), in einer richtigen Gradenfolge, nach der Proportion ihrer Entfernungen von der Sonne, wachse und fortschreite.

Indessen daß dieses aus den Folgen der physischen Beziehung ihrer Wohnplätze zu dem Mittelpunkte der Welt zum Teil natürlich herfließet, zum Teil geziemend veranlasset wird, so bestätigt andererseits der wirkliche Anblick der vortrefflichsten und sich vor die vorzügliche Vollkommenheit dieser Naturen in den obern Gegenden anschickende Anstalten diese Regel so deutlich, daß sie beinahe einen Anspruch auf eine völlige Überzeugung machen sollte. Die Hurtigkeit der Handlungen, die mit den Vorzügen einer erhabenen Natur verbunden ist, schicket sich besser zu den schnell abwechselnden Zeitperioden jener Sphären, als die Langsamkeit träger und unvollkommener Geschöpfe.

Die Sehröhre lehren uns, daß die Abwechselung des Tages und der Nacht im Jupiter in 10 Stunden geschehe. Was würde der Bewohner der Erde, wenn er in diesen Planeten gesetzt würde, bei dieser Einteilung wohl anfangen? Die 10 Stunden würden kaum zu derjenigen Ruhe zureichen, die diese grobe Maschine zu ihrer Erholung durch den Schlaf gebrauchet. Was würde die Vorbereitung zu den Verrichtungen des Wachens, das Kleiden, die Zeit, die zum Essen angewandt wird, nicht vor einen Anteil an der folgenden Zeit abfordern, und wie würde eine Kreatur, deren

Handlungen mit solcher Langsamkeit geschehen, nicht zerstreuet und zu etwas Tüchtigem unvermögend gemacht werden, deren 5 Stunden Geschäfte plötzlich durch die Dazwischenkunft einer ebenso langen Finsternis unterbrochen würden? Dagegen, wenn Jupiter von vollkommneren Kreaturen bewohnet ist, die mit einer feinern Bildung mehr elastische Kräfte und eine größere Behendigkeit in der Ausübung verbinden, so kann man glauben, daß diese 5 Stunden ihnen ebendasselbe und mehr sind, als was die 12 Stunden des Tages vor die niedrige Klasse der Menschen betragen. Wir wissen, daß das Bedürfnis der Zeit etwas Relatives ist, welches nicht anders, als aus der Größe desjenigen, was verrichtet werden soll, mit der Geschwindigkeit der Ausübung verglichen, kann erkannt und verstanden werden. Daher ebendieselbe Zeit, die vor eine Art der Geschöpfe gleichsam nur ein Augenblick ist, vor eine andere eine lange Periode sein kann, in der sich eine große Folge der Veränderungen durch eine schnelle Wirksamkeit auswickelt. Saturn hat nach der wahrscheinlichen Berechnung seiner Umwälzung, die wir oben dargelegt haben, eine noch weit kürzere Abteilung des Tages und der Nacht, und lässet daher an der Natur seiner Bewohner noch vorzüglichere Fähigkeiten vermuten.

Endlich stimmet alles überein, das angeführte Gesetz zu bestätigen. Die Natur hat ihren Vorrat augenscheinlich auf der entlegenen Seite der Welt am reichlichsten ausgebreitet. Die Monde, die den geschäftigen Wesen dieser glückseligen Gegenden durch eine hinlängliche Ersetzung die Entziehung des Tageslichts vergüten, sind in größester Menge daselbst angebracht, und die Natur scheinet sorgfältig gewesen zu sein, ihrer Wirksamkeit alle Beihilfe zu leisten, damit ihnen fast keine Zeit hinderlich sei, solche anzuwenden. Jupiter hat in Ansehung der Monde einen augenscheinlichen Vorzug vor allen unteren Planeten, und Saturn wiederum vor ihm, dessen Anstalten an dem schönen und nützlichen Ringe, der ihn umgibt, noch größere Vorzüge von seiner Beschaffenheit wahrscheinlich machen; da hingegen die untern Planeten, bei denen dieser Vorrat unnützlich würde verschwendet sein,

deren Klasse weit näher an die Unvernunft grenzet, solcher Vorteile entweder gar nicht oder doch sehr wenig teilhaftig geworden sind.

Man kann aber (damit ich einem Einwurfe zuvorkomme, der alle diese angeführte Übereinstimmung vereiteln könnte) den größeren Abstand von der Sonne, dieser Quelle des Lichts und des Lebens, nicht als ein Übel ansehen, wogegen die Weitläuftigkeit solcher Anstalten bei den entferntern Planeten nur vorgekehrt worden[a]), um ihm einigermaßen abzuhelfen, und einwenden[b]), daß in der Tat die obern Planeten eine weniger vorteilhafte Lage im Weltgebäude und eine Stellung hätten, die der Vollkommenheit ihrer Anstalten nachteilig wäre, weil sie von der Sonne einen schwächern Einfluß erhalten. Denn wir wissen, daß die Wirkung des Lichts und der Wärme nicht durch deren absolute Intensität, sondern durch die Fähigkeit der Materie, womit sie solche annimmt und ihrem Antriebe weniger oder mehr widerstehet, bestimmt werde, und daß daher ebenderselbe Abstand, der vor eine Art grober Materie ein gemäßigtes Klima kann genannt werden, subtilere Flüssigkeiten zerstreuen und vor sie von schädlicher Heftigkeit sein würde; mithin nur ein feinerer und aus beweglichern Elementen bestehender Stoff dazu gehöret, um die Entfernungen des Jupiters oder Saturns von der Sonne beiden zu einer glücklichen Stellung zu machen.

Endlich scheinet noch die Trefflichkeit der Naturen in diesen oberen Himmelsgegenden durch einen physischen Zusammenhang mit einer Dauerhaftigkeit, deren sie würdig ist, verbunden zu sein. Das Verderben und der Tod können diesen trefflichen Geschöpfen nicht so viel, als uns niedrigen Naturen anhaben. Ebendieselbe Trägheit der Materie und Grobheit des Stoffes, die bei den unteren Stufen das spezifische Prinzipium ihrer Erniedrigung ist, ist auch die Ursache desjenigen Hanges, den sie zum Verderben haben. Wenn die Säfte, die das Tier oder den Menschen nähren und wachsen machen, indem sie sich zwischen seine

a) „werden“ A. korr. Ausg. 1797 Ak. Ausg. „werde“.
b) „einwenden“ Zusatz der Ak. Ausg. Rahts.

Fäserchen einverleiben und an seine Masse ansetzen, nicht mehr zugleich dessen Gefäße und Kanäle in der Raumesausdehnung vergrößern können, wenn das Wachstum schon vollendet ist, so müssen diese sich ansetzende Nahrungssäfte durch eben den mechanischen Trieb, der das Tier zu nähren angewandt wird, die Höhle seiner Gefäße verengen und verstopfen, und den Bau der ganzen Maschine in einer nach und nach zunehmenden Erstarrung zugrunde richten. Es ist zu glauben, daß, obgleich die Vergänglichkeit auch an den vollkommensten Naturen naget, dennoch der Vorzug in der Feinigkeit des Stoffes, in der Elastizität der Gefäße und der Leichtigkeit und Wirksamkeit der Säfte, woraus jene vollkommnere Wesen, welche in den entferneten Planeten wohnen, gebildet sein, diese Hinfälligkeit, welche eine Folge aus der Trägheit einer groben Materie ist, weit länger aufhalten, und diesen Kreaturen eine Dauer, deren Länge ihrer Vollkommenheit proportioniert ist, verschaffen werde, so wie die Hinfälligkeit des Lebens der Menschen ein richtiges Verhältnis zu ihrer Nichtswürdigkeit hat.

Ich kann diese Betrachtung nicht verlassen, ohne einem Zweifel zuvorzukommen, welcher natürlicherweise aus der Vergleichung dieser Meinungen mit unseren vorigen Sätzen entspringen könnte. Wir haben in den Anstalten des Weltbaues an der Menge der Trabanten, welche die Planeten der entferntesten Kreise erleuchten, an der Schnelligkeit der Achsendrehung und dem gegen die Sonnenwirkung proportionierten Stoffe ihres Zusammensatzes die Weisheit Gottes erkannt, welche alles dem Vorteile der vernünftigen Wesen, die sie bewohnen, so zuträglich angeordnet hat. Aber wie wollte man anjetzt mit der Lehrverfassung der Absichten einen mechanischen Lehrbegriff zusammenreimen, so daß, was die höchste Weisheit selbst entwarf, der rohen Materie, und das Regiment der Vorsehung der sich selbst überlassenen Natur zur Ausführung aufgetragen worden? Ist das erstere nicht vielmehr ein Geständnis, daß die Anordnung des Weltbaues nicht durch die allgemeinen Gesetze der letzteren entwickelt worden?

Man wird diese Zweifel bald zerstreuen, wenn man

auf dasjenige nur zurückdenkt, was in gleicher Absicht in dem vorigen angeführet worden. Muß nicht die Mechanik aller natürlichen Bewegungen einen wesentlichen Hang zu lauter solchen Folgen haben, die mit dem Projekt der höchsten Vernunft in dem ganzen Umfange der Verbindungen wohl zusammenstimmen?[a]) Wie kann sie abirrende Bestrebungen und eine ungebundene Zerstreuung in ihrem[b]) Beginnen haben, da alle ihre Eigenschaften, aus welchen sich diese Folgen entwickeln, selbst ihre Bestimmung aus der ewigen Idee des göttlichen Verstandes haben, in welchem sich alles notwendig aufeinander beziehen und zusammenschicken muß? Wenn man sich recht besinnet, wie kann man die Art zu urteilen rechtfertigen, daß man die Natur als ein widerwärtiges Subjekt ansiehet, welches nur durch eine Art von Zwange, der ihrem freien Betragen Schranken setzt, in dem Gleise der Ordnung und der gemeinschaftlichen Harmonie kann erhalten werden, woferne man nicht etwa davor hält, daß sie ein sich selbst genugsames Prinzipium sei, dessen Eigenschaften keine Ursache erkennen, und welche Gott so gut, als es sich tun läßt, in den Plan seiner Absichten zu zwingen trachtet? Je näher man die Natur wird kennen lernen, desto mehr wird man einsehen, daß die allgemeinen Beschaffenheiten der Dinge einander nicht fremd und getrennt sein. Man wird hinlänglich überführet werden, daß sie wesentliche Verwandtschaften haben, durch die sie sich von selber anschicken, einander in Errichtung vollkommener Verfassungen zu unterstützen, die Wechselwirkung der Elemente zur Schönheit der materialischen und doch auch zugleich zu den Vorteilen der Geisterwelt, und daß überhaupt die einzelnen Naturen der Dinge in dem Felde der ewigen Wahrheiten schon untereinander, sozusagen, ein System ausmachen, in welchem eine auf die andere beziehend ist; man wird auch alsbald innewerden, daß die Verwandtschaft ihnen von der Gemeinschaft des Ursprungs eigen ist, aus dem sie insgesamt ihre wesentlichen Bestimmungen geschöpft haben.

a) „zusammenstimmet“ korr. Hartenstein.
b) „ihren“ A.

Und um daher diese wiederholte Betrachtung zu dem vorhabenden Zwecke anzuwenden: ebendieselbe allgemeine Bewegungsgesetze, die den obersten Planeten einen entfernten Platz von dem Mittelpunkte der Anziehung und der Trägheit in dem Weltsystem angewiesen haben, haben sie dadurch zugleich in die vorteilhafteste Verfassung gesetzt, ihre Bildungen am weitesten von dem Beziehungspunkte der groben Materie, und zwar mit größerer Freiheit anzustellen; sie haben sie aber auch zugleich in eine regelmäßige Verhältnis zu dem Einflusse der Wärme versetzt, welche sich nach gleichem Gesetze aus eben dem Mittelpunkte ausbreitet. Da nun ebendiese Bestimmungen es sind, welche die Bildung der Weltkörper in diesen entferneten Gegenden ungehinderter, die Erzeugung der davon abhängenden Bewegungen schneller und, kurz zu sagen, das System wohlanständiger gemacht haben, da endlich die geistigen Wesen eine notwendige Abhängigkeit von der Materie haben, an die sie persönlich verbunden sind, so ist kein Wunder, daß die Vollkommenheit der Natur von beiderlei Orten in einem einzigen Zusammenhange der Ursachen und aus gleichen Gründen bewirket worden. Diese Übereinstimmung ist also bei genauer Erwägung nichts Plötzliches oder Unerwartetes, und weil die letzteren Wesen durch ein gleiches Prinzipium in die allgemeine Verfassung der materialischen Natur eingeflochten worden, so wird die Geisterwelt aus eben den Ursachen in den entferneten Sphären vollkommener sein, weswegen es die körperliche ist.

So hänget denn alles in dem ganzen Umfange der Natur in einer ununterbrochenen Gradfolge zusammen, durch die ewige Harmonie, die alle Glieder aufeinander beziehend macht. Die Vollkommenheiten Gottes haben sich in unsern Stufen deutlich offenbaret, und sind nicht weniger herrlich in den niedrigsten Klassen, als in den erhabnern.

Welch eine Kette, die von Gott den Anfang nimmt, was vor Naturen
Von himmlischen und irdischen, von Engeln, Menschen bis zum Vieh,
Vom Seraphim bis zum Gewürm! O Weite, die das Auge nie
Erreichen und betrachten kann!
Von dem Unendlichen zu dir, von dir zum Nichts!

Pope.

Wir haben die bisherigen Mutmaßungen treulich an dem Leitfaden der physischen Verhältnisse fortgeführet, welcher sie auf dem Pfade einer vernünftigen Glaubwürdigkeit erhalten hat. Wollen wir uns noch eine Ausschweifung aus diesem Gleise in das Feld der Phantasie erlauben? Wer zeiget uns die Grenze, wo die gegründete Wahrscheinlichkeit aufhöret und die willkürlichen Erdichtungen anheben? Wer ist so kühn, eine Beantwortung der Frage zu wagen: ob die Sünde ihre Herrschaft auch in den andern Kugeln des Weltbaues ausübe, oder ob die Tugend allein ihr Regiment daselbst aufgeschlagen?

Die Sterne sind vielleicht ein Sitz verklärter Geister,
Wie hier das Laster herrscht, ist dort die Tugend Meister.
v. Haller.

Gehört nicht ein gewisser Mittelstand zwischen der Weisheit und Unvernunft zu der unglücklichen Fähigkeit, sündigen zu können? Wer weiß, sind also die Bewohner jener entferneten Weltkörper nicht zu erhaben und zu weise, um sich bis zu der Torheit, die in der Sünde steckt, herabzulassen, diejenigen aber, die in den unteren Planeten wohnen, zu fest an die Materie geheftet und mit gar zu geringen Fähigkeiten des Geistes versehen, um die Verantwortung ihrer Handlungen vor dem Richterstuhle der Gerechtigkeit tragen zu dürfen? Auf diese Weise wäre die Erde und vielleicht noch der Mars (damit der elende Trost uns ja nicht genommen werde, Gefährten des Unglücks zu haben) allein in der gefährlichen Mittelstraße, wo die Versuchung der sinnlichen Reizungen gegen die Oberherrschaft des Geistes ein starkes Vermögen zur Verleitung haben, dieser aber dennoch diejenige Fähigkeit nicht verleugnen kann, wodurch er imstande ist, ihnen Widerstand zu leisten, wenn es seiner Trägheit nicht vielmehr gefiele, sich durch dieselbe hinreißen zu lassen, wo also der gefährliche Zwischenpunkt zwischen der Schwachheit und dem Vermögen ist, da ebendieselbe Vorzüge, die ihn über die niederen Klassen erheben, ihn auf eine Höhe stellen, von welcher er wiederum unendlich tiefer unter diese herabsinken kann. In der Tat sind die beiden Pla-

neten, die Erde und der Mars, die mittelsten Glieder des planetischen Systems, und es läßt sich von ihren Bewohnern vielleicht nicht mit Unwahrscheinlichkeit ein mittlerer Stand der physischen sowohl als moralischen Beschaffenheit zwischen den zwei Endpunkten vermuten; allein ich will diese Betrachtung lieber denenjenigen überlassen, die mehr Beruhigung bei einem unerweislichen Erkenntnisse und mehr Neigung, dessen Verantwortung zu übernehmen, bei sich finden.

Beschluß.

Es ist uns nicht einmal recht bekannt, was der Mensch anjetzo wirklich ist, ob uns gleich das Bewußtsein und die Sinne hievon belehren sollten; wieviel weniger werden wir erraten können, was er dereinst werden soll. Dennoch schnappet die Wißbegierde der menschlichen Seele sehr begierig nach diesem von ihr so entfernten Gegenstande, und strebet, in solchem dunkeln Erkenntnisse einiges Licht zu bekommen.

Sollte die unsterbliche Seele wohl in der ganzen Unendlichkeit ihrer künftigen Dauer, die das Grab selber nicht unterbricht, sondern nur verändert, an diesen Punkt des Weltraumes, an unsere Erde, jederzeit geheftet bleiben? Sollte sie niemals von den übrigen Wundern der Schöpfung eines näheren Anschauens teilhaftig werden? Wer weiß, ist es ihr nicht zugedacht, daß sie dereinst jene entfernte Kugeln des Weltgebäudes und die Trefflichkeit ihrer Anstalten, die schon von weitem ihre Neugierde so reizen, von nahem soll kennen lernen? Vielleicht bilden sich darum noch einige Kugeln des Planetensystems aus, um nach vollendetem Ablaufe der Zeit, die unserem Aufenthalte allhier vorgeschrieben ist, uns in andern Himmeln neue Wohnplätze zu bereiten. Wer weiß, laufen nicht jene Trabanten um den Jupiter, um uns dereinst zu leuchten?

Es ist erlaubt, es ist anständig, sich mit dergleichen Vorstellungen zu belustigen; allein niemand wird die Hoffnung des Künftigen auf so unsichern Bildern der Einbildungskraft gründen. Nachdem die Eitelkeit ihren Anteil an der menschlichen Natur wird

abgefordert haben, so wird der unsterbliche Geist mit einem schnellen Schwunge sich über alles, was endlich ist, emporschwingen und in einem neuen Verhältnisse gegen die ganze Natur, welche aus einer näheren Verbindung mit dem höchsten Wesen entspringet, sein Dasein fortsetzen. Forthin wird diese erhöhete Natur, welche die Quelle der Glückseligkeit in sich selber hat, sich nicht mehr unter den äußeren Gegenständen zerstreuen, um eine Beruhigung bei ihnen zu suchen. Der gesamte Inbegriff der Geschöpfe, welcher eine notwendige Übereinstimmung zum Wohlgefallen des höchsten Urwesens hat, muß auch sie[a]) zu dem seinigen haben, und wird sie nicht anders als mit immerwährender Zufriedenheit rühren.

In der Tat, wenn man mit solchen Betrachtungen, und mit den vorhergehenden, sein Gemüt erfüllet hat, so gibt der Anblick eines bestirnten Himmels bei einer heitern Nacht eine Art des Vergnügens, welches nur edle Seelen empfinden. Bei der allgemeinen Stille der Natur und der Ruhe der Sinne redet das verborgene Erkenntnisvermögen des unsterblichen Geistes eine unnennbare Sprache und gibt unausgewickelte Begriffe, die sich wohl empfinden, aber nicht beschreiben lassen. Wenn es unter den denkenden Geschöpfen dieses Planeten niederträchtige Wesen gibt, die, ungeachtet aller Reizungen, womit ein so großer Gegenstand sie anlocken kann, dennoch imstande sind, sich fest an die Dienstbarkeit der Eitelkeit zu heften: wie unglücklich ist diese Kugel, daß sie so elende Geschöpfe hat erziehen können! Wie glücklich aber ist sie andererseits, da ihr unter den allerannehmungswürdigsten Bedingungen ein Weg eröffnet ist, zu einer Glückseligkeit und Hoheit zu gelangen, welche unendlich weit über die Vorzüge erhaben ist, die die allervorteilhafteste Einrichtung der Natur in allen Weltkörpern erreichen kann.

---

a) „auch sie auch“ A., korr. Ausg. 1797, Rahts Ak. Ausg. „sie auch“.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Naturwissenschaft

von

Immanuel Kant

Riga
bei Johann Friedrich Hartknoch
1786

Vorrede.

Wenn das Wort Natur bloß in formaler Bedeutung genommen wird, da es das erste innere Prinzip alles dessen bedeutet, was zum Dasein eines Dinges gehört*), so kann es so vielerlei Naturwissenschaften geben, als es spezifisch verschiedene Dinge gibt, deren jedes sein eigentümliches inneres Prinzip der zu seinem Dasein gehörigen Bestimmungen enthalten muß. Sonst wird aber auch Natur in materieller Bedeutung genommen, nicht als eine Beschaffenheit, sondern als der Inbegriff aller Dinge, sofern sie Gegenstände unserer Sinne, mithin auch der Erfahrung sein können, worunter also das Ganze aller Erscheinungen, d. i. die Sinnenwelt, mit Ausschließung aller nicht sinnlichen Objekte, verstanden wird. Die Natur, in dieser Bedeutung des Worts genommen, hat nun, nach der Hauptverschiedenheit unserer Sinne, zwei Hauptteile, deren der eine die Gegenstände äußerer, der andere den Gegenstand des inneren Sinnes enthält, mithin ist von ihr eine zwiefache Naturlehre, die **Körperlehre** und **Seelenlehre** möglich, wovon die erste die ausgedehnte, die zweite die denkende Natur in Erwägung zieht.

*) Wesen ist das erste innere Prinzip alles dessen, was zur Möglichkeit eines Dinges gehört. Daher kann man den geometrischen Figuren (da in ihrem Begriffe nichts, was ein Dasein ausdrückte, gedacht wird) nur ein Wesen, nicht aber eine Natur beilegen[a]).

a) A. — „beizulegen".

Eine jede Lehre, wenn sie ein System, d. i. ein nach Prinzipien geordnetes Ganze der Erkenntnis sein soll, heißt Wissenschaft, und da jene Prinzipien entweder Grundsätze der empirischen oder der rationalen Verknüpfung der Erkenntnisse in einem Ganzen sein können, so würde auch die Naturwissenschaft, sie mag nun Körperlehre oder Seelenlehre sein, in historische oder rationale Naturwissenschaft eingeteilt werden müssen, wenn nur nicht das Wort Natur (weil dieses eine Ableitung des mannigfaltigen, zum Dasein der Dinge Gehörigen aus ihrem inneren Prinzip bezeichnet) eine Erkenntnis durch Vernunft von ihrem Zusammenhange notwendig machte, wofern sie den Namen von Naturwissenschaft verdienen soll. Daher wird die Naturlehre besser in historische Naturlehre, welche nichts als systematisch geordnete Fakta der Naturdinge enthält (und wiederum aus Naturbeschreibung, als einem Klassensystem derselben nach Ähnlichkeiten, und Naturgeschichte, als einer systematischen Darstellung derselben in verschiedenen Zeiten und Örtern, bestehen würde), und Naturwissenschaft eingeteilt werden können. Die Naturwissenschaft würde nun wiederum entweder eigentlich oder uneigentlich so genannte Naturwissenschaft sein, wovon die erstere ihren Gegenstand gänzlich nach Prinzipien *a priori*, die zweite nach Erfahrungsgesetzen behandelt.

Eigentliche Wissenschaft kann nur diejenige genannt werden, deren Gewißheit apodiktisch ist; Erkenntnis, die bloß empirische Gewißheit enthalten kann, ist ein nur uneigentlich so genanntes Wissen. Dasjenige Ganze der Erkenntnis, was systematisch ist, kann schon darum Wissenschaft heißen, und, wenn die Verknüpfung der Erkenntnis in diesem System ein Zusammenhang von Gründen und Folgen ist, sogar rationale Wissenschaft. Wenn aber diese Gründe oder Prinzipien in ihr, wie z. B. in der Chemie, doch zuletzt bloß empirisch sind, und die Gesetze, aus denen die gegebene Fakta durch die Vernunft erklärt werden, bloß Erfahrungsgesetze sind, so führen sie kein Bewußtsein ihrer Notwendigkeit bei sich (sind nicht apodiktisch gewiß), und alsdenn verdient

das Ganze in strengem Sinne nicht den Namen einer Wissenschaft, und Chemie sollte daher eher systematische Kunst, als Wissenschaft heißen.

Eine rationale Naturlehre verdient also den Namen einer Naturwissenschaft nur alsdenn, wenn die Naturgesetze, die in ihr zum Grunde liegen, *a priori* erkannt werden und nicht bloße Erfahrungsgesetze sind. Man nennt eine Naturerkenntnis von der ersteren Art rein; die von der zweiten Art aber wird angewandte Vernunfterkenntnis genannt. Da das Wort Natur schon den Begriff von Gesetzen bei sich führt, dieser aber den Begriff der Notwendigkeit aller Bestimmungen eines Dinges, die zu seinem Dasein gehören, bei sich führt, so sieht man leicht, warum Naturwissenschaft die Rechtmäßigkeit dieser Benennung nur von einem reinen Teil derselben, der nämlich die Prinzipien *a priori* aller übrigen Naturerklärungen enthält, ableiten müsse und nur kraft dieses reinen Teils eigentliche Wissenschaft sei, imgleichen daß, nach Foderungen der Vernunft, jede Naturlehre zuletzt auf Naturwissenschaft hinausgehen und darin sich endigen müsse, weil jene Notwendigkeit der Gesetze dem Begriffe der Natur unzertrennlich anhängt und daher durchaus eingesehen sein will; daher die vollständigste Erklärung gewisser Erscheinungen aus chemischen Prinzipien noch immer eine Unzufriedenheit zurückläßt, weil man von diesen, als zufälligen Gesetzen, die bloß Erfahrung gelehrt hat, keine Gründe *a priori* anführen kann.

Alle eigentliche Naturwissenschaft bedarf also einen reinen Teil, auf dem sich die apodiktische Gewißheit, die die Vernunft in ihr sucht, gründen könne, und weil dieser, seinen Prinzipien nach, in Vergleichung mit denen, die nur empirisch sind, ganz ungleichartig ist, so ist es zugleich von der größten Zuträglichkeit, ja der Natur der Sache nach von unerlaßlicher Pflicht in Ansehung der Methode, jenen Teil abgesondert und von dem andern ganz unbemengt, so viel möglich in seiner ganzen Vollständigkeit vorzutragen, damit man genau bestimmen könne, was die Vernunft für sich zu leisten vermag, und wo ihr Vermögen anhebt, der Beihilfe der Erfahrungsprinzipien

nötig zu haben. Reine Vernunfterkenntnis aus bloßen Begriffen heißt reine Philosophie oder Metaphysik; dagegen wird die, welche nur auf der Konstruktion der Begriffe, vermittelst Darstellung des Gegenstandes in einer Anschauung *a priori*, ihr Erkenntnis gründet, Mathematik genannt.

Eigentlich so zu nennende Naturwissenschaft setzt zuerst Metaphysik der Natur voraus; denn Gesetze, d. i. Prinzipien der Notwendigkeit dessen, was zum Dasein eines Dinges gehört, beschäftigen sich mit einem Begriffe, der sich nicht konstruieren läßt, weil das Dasein in keiner Anschauung *a priori* dargestellt werden kann. Daher setzt eigentliche Naturwissenschaft Metaphysik der Natur voraus. Diese muß nun zwar jederzeit lauter Prinzipien, die nicht empirisch sind, enthalten, (denn darum führt sie eben den Namen einer Metaphysik,) aber sie kann doch entweder sogar ohne Beziehung auf irgendein bestimmtes Erfahrungsobjekt, mithin unbestimmt in Ansehung der Natur dieses oder jenen Dinges der Sinnenwelt, von den Gesetzen, die den Begriff einer Natur überhaupt möglich machen, handeln, und alsdenn ist es der transzendentale Teil der Metaphysik der Natur; oder sie beschäftigt sich mit einer besonderen Natur dieser oder jener Art Dinge, von denen ein empirischer Begriff gegeben ist, doch so, daß außer dem, was in diesem Begriffe liegt, kein anderes empirisches Prinzip zur Erkenntnis derselben gebraucht wird (z. B. sie legt den empirischen Begriff einer Materie oder eines denkenden Wesens zum Grunde und sucht den Umfang der Erkenntnis, deren die Vernunft über diese Gegenstände *a priori* fähig ist), und da muß eine solche Wissenschaft noch immer eine Metaphysik der Natur, nämlich der körperlichen oder denkenden Natur heißen, aber es ist alsdenn keine allgemeine, sondern besondere metaphysische Naturwissenschaft (Physik und Psychologie), in der jene transzendentale Prinzipien auf die zwei Gattungen der Gegenstände unserer Sinne angewandt werden.

Ich behaupte aber, daß in jeder besonderen Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzu-

treffen ist. Denn nach dem Vorhergehenden erfodert eigentliche Wissenschaft, vornehmlich der Natur, einen reinen Teil, der dem empirischen zum Grunde liegt und der auf Erkenntnis der Naturdinge *a priori* beruht. Nun heißt etwas *a priori* erkennen, es aus seiner bloßen Möglichkeit erkennen. Die Möglichkeit bestimmter Naturdinge kann aber nicht aus ihren bloßen Begriffen erkannt werden; denn aus diesen kann zwar die Möglichkeit des Gedankens (daß er sich selbst nicht widerspreche), aber nicht des Objekts, als Naturdinges, erkannt werden, welches außer dem Gedanken (als existierend) gegeben werden kann. Also wird, um die Möglichkeit bestimmter Naturdinge, mithin um diese *a priori* zu erkennen, noch erfodert, daß die dem Begriffe korrespondierende Anschauung *a priori* gegeben werde, d. i. daß der Begriff konstruiert werde. Nun ist die Vernunfterkenntnis durch Konstruktion der Begriffe mathematisch. Also mag zwar eine reine Philosophie der Natur überhaupt, d. i. diejenige, die nur das, was den Begriff einer Natur im allgemeinen ausmacht, untersucht, auch ohne Mathematik möglich sein, aber eine reine Naturlehre über bestimmte Naturdinge (Körperlehre und Seelenlehre) ist nur vermittelst der Mathematik möglich, und da in jeder Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft angetroffen wird, als sich darin Erkenntnis *a priori* befindet, so wird Naturlehre nur so viel eigentliche Wissenschaft enthalten, als Mathematik in ihr angewandt werden kann.

So lange also noch für die chemischen Wirkungen der Materien aufeinander kein Begriff ausgefunden wird, der sich konstruieren läßt, d. i. kein Gesetz der Annäherung oder Entfernung der Teile angeben läßt, nach welchem etwa in Proportion ihrer Dichtigkeiten u. dgl. ihre Bewegungen samt ihren Folgen sich im Raume *a priori* anschaulich machen und darstellen lassen (eine Foderung, die schwerlich jemals erfüllt werden wird), so kann Chemie nichts mehr als systematische Kunst oder Experimentallehre, niemals aber eigentliche Wissenschaft werden, weil die Prinzipien derselben bloß empirisch sind und keine Darstellung *a priori* in der Anschauung erlauben, folglich die

Grundsätze chemischer Erscheinungen ihrer Möglichkeit nach nicht im mindesten begreiflich machen, weil sie der Anwendung der Mathematik unfähig sind.

Noch weiter aber, als selbst Chemie, muß empirische Seelenlehre jederzeit von dem Range einer eigentlich so zu nennenden Naturwissenschaft entfernt bleiben, erstlich weil Mathematik auf die Phänomene des inneren Sinnes und ihre Gesetze nicht anwendbar ist, man müßte denn allein das Gesetz der Stetigkeit in dem Abflusse der inneren Veränderungen desselben in Anschlag bringen wollen, welches aber eine Erweiterung der Erkenntnis sein würde, die sich zu der, welche die Mathematik der Körperlehre verschafft, ohngefähr so verhalten würde, wie die Lehre von den Eigenschaften der geraden Linie zur ganzen Geometrie. Denn die reine innere Anschauung, in welcher die Seelenerscheinungen konstruiert werden sollen, ist die Zeit, die nur eine[a]) Dimension hat. Aber auch nicht einmal als systematische Zergliederungskunst oder Experimentallehre kann sie der Chemie jemals nahe kommen, weil sich in ihr das Mannigfaltige der inneren Beobachtung nur durch bloße Gedankenteilung voneinander absondern, nicht aber abgesondert aufbehalten und beliebig wiederum verknüpfen, noch weniger aber ein anderes denkendes Subjekt sich unseren Versuchen, der Absicht angemessen, von uns unterwerfen läßt, und selbst die Beobachtung an sich schon den Zustand des beobachteten Gegenstandes alteriert und verstellt. Sie kann daher niemals etwas mehr, als eine historische, und als solche, so viel möglich, systematische Naturlehre des inneren Sinnes, d. i. eine Naturbeschreibung der Seele, aber nicht Seelenwissenschaft, ja nicht einmal psychologische Experimentallehre werden; welches denn auch die Ursache ist, weswegen wir uns zum Titel dieses Werks, welches eigentlich die Grundsätze der Körperlehre enthält, dem gewöhnlichen Gebrauche gemäß des allgemeinen Namens der Naturwissenschaft bedient haben, weil ihr diese Benennung im eigentlichen Sinne allein zu-

a) Ak. Ausg. „eine“ gesperrt.

kommt und also hiedurch keine Zweideutigkeit veranlaßt wird.

Damit aber die Anwendung der Mathematik auf die Körperlehre, die durch sie allein Naturwissenschaft werden kann, möglich werde, so müssen Prinzipien der Konstruktion der Begriffe, welche zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, vorangeschickt werden; mithin wird eine vollständige Zergliederung des Begriffs von einer Materie überhaupt zum Grunde gelegt werden müssen, welches ein Geschäft der reinen Philosophie ist, die zu dieser Absicht sich keiner besonderen Erfahrungen, sondern nur dessen, was sie im abgesonderten (obzwar an sich empirischen) Begriffe selbst antrifft, in Beziehung auf die reinen Anschauungen im Raume und der Zeit (nach Gesetzen, welche schon dem Begriffe der Natur überhaupt wesentlich anhängen), bedient, mithin eine wirkliche Metaphysik der körperlichen Natur ist.

Alle Naturphilosophen, welche in ihrem Geschäfte mathematisch verfahren wollten, haben sich daher jederzeit (obschon sich selbst unbewußt) metaphysischer Prinzipien bedient und bedienen müssen, wenn sie sich gleich sonst wider allen Anspruch der Metaphysik auf ihre Wissenschaft feierlich verwahrten. Ohne Zweifel verstanden sie unter der letzteren den Wahn, sich Möglichkeiten nach Belieben auszudenken und mit Begriffen zu spielen, die sich in der Anschauung vielleicht gar nicht darstellen lassen und keine andere Beglaubigung ihrer objektiven Realität haben, als daß sie bloß mit sich selbst nicht im Widerspruche stehen. Alle wahre Metaphysik ist aus dem Wesen des Denkungsvermögens selbst genommen, und keineswegs darum erdichtet, weil sie nicht von der Erfahrung entlehnt ist, sondern enthält die reinen Handlungen des Denkens, mithin Begriffe und Grundsätze *a priori*, welche das Mannigfaltige empirischer Vorstellungen allererst in die gesetzmäßige Verbindung bringen[a]), dadurch es empirisches **Erkenntnis** d. i. Erfahrung werden kann. So konnten also jene mathematische Physiker metaphysischer Prinzipien gar

a) A'., A'' A'' „bringt".

nicht entbehren, und unter diesen auch nicht solcher, welche den Begriff ihres eigentlichen Gegenstandes, nämlich der Materie, *a priori* zur Anwendung auf äußere Erfahrung tauglich machen, als des Begriffs der Bewegung, der Erfüllung des Raums, der Trägheit usw. Darüber aber bloß empirische Grundsätze gelten zu lassen, hielten sie mit Recht der apodiktischen Gewißheit, die sie ihren Naturgesetzen geben wollten, gar nicht gemäß, daher sie solche lieber postulierten, ohne nach ihren Quellen *a priori* zu forschen.

Es ist aber von der größten Wichtigkeit, zum Vorteil der Wissenschaften ungleichartige Prinzipien voneinander zu scheiden, jede in ein besonderes System zu bringen, damit sie eine Wissenschaft ihrer eigenen Art ausmachen, um dadurch die Ungewißheit zu verhüten, die aus der Vermengung entspringt, da man nicht wohl unterscheiden kann, welcher von beiden teils die Schranken, teils auch die Verirrungen, die sich im Gebrauche derselben zutragen möchten, beizumessen sein dürften. Um deswillen habe ich für nötig gehalten, von dem reinen Teile der Naturwissenschaft *(physica generalis)*, wo metaphysische und mathematische Konstruktionen durcheinander zu laufen pflegen, die erstere, und mit ihnen zugleich die Prinzipien der Konstruktion dieser Begriffe, also der Möglichkeit einer mathematischen Naturlehre selbst, in einem System darzustellen. Diese Absonderung hat, außer dem schon erwähnten Nutzen, den sie schafft, noch einen besonderen Reiz, den die Einheit der Erkenntnis bei sich führt, wenn man verhütet, daß die Grenzen der Wissenschaften nicht ineinanderlaufen, sondern ihre gehörig abgeteilte Felder einnehmen.

Es kann noch zu einem zweiten Anpreisungsgrunde dieses Verfahrens dienen, daß in allem, was Metaphysik heißt, die absolute Vollständigkeit der Wissenschaften gehofft werden kann, dergleichen man sich in keiner anderen Art von Erkenntnissen versprechen darf, mithin ebenso, wie in der Metaphysik der Natur überhaupt, also auch hier die Vollständigkeit der Metaphysik der körperlichen Natur zuversichtlich erwartet werden kann; wovon die Ursache ist, daß in der Metaphysik der Gegenstand nur, wie

er bloß nach den allgemeinen Gesetzen des Denkens, in andern Wissenschaften aber, wie er nach *datis* der Anschauung (der reinen sowohl als empirischen) vorgestellt werden muß, betrachtet wird, da denn jene, weil der Gegenstand in ihr jederzeit mit allen notwendigen Gesetzen des Denkens verglichen werden muß, eine bestimmte Zahl von Erkenntnissen geben muß, die sich völlig erschöpfen läßt, diese aber, weil sie eine unendliche Mannigfaltigkeit von Anschauungen (reinen oder empirischen) mithin Objekten[a]) des Denkens darbieten, niemals zur absoluten Vollständigkeit gelangen, sondern ins Unendliche erweitert werden können; wie reine Mathematik und empirische Naturlehre. Auch glaube ich diese metaphysische Körperlehre so weit, als sie sich immer nur erstreckt, vollständig erschöpft, dadurch aber doch eben kein großes Werk zustande gebracht zu haben.

Das Schema aber zur Vollständigkeit eines metaphysischen Systems, es sei der Natur überhaupt oder der körperlichen Natur insbesondere, ist die Tafel der Kategorien*). Denn mehr gibt es nicht reine

*) Nicht wider diese Tafel der reinen Verstandesbegriffe, sondern die daraus gezogenen Schlüsse auf die Grenzbestimmung des ganzen reinen Vernunftvermögens, mithin auch aller Metaphysik, finde ich in der Allgem. Litt. Zeit. Nr. 295, in der Rezension der *Institutiones Logicae et Metaph.* des Herrn Prof. Ulrich Zweifel, in welchen der tiefforschende Rezensent mit seinem nicht minder prüfenden Verfasser übereinzukommen sich erklärt, und zwar Zweifel, die, weil sie gerade das Hauptfundament meines in der Kritik aufgestellten Systems treffen sollen, Ursache wären, daß dieses in Ansehung seines Hauptzieles noch lange nicht diejenige apodiktische Überzeugung bei sich führe, welche zur Abnötigung einer uneingeschränkten Annahme erfoderlich ist; dieses Hauptfundament sei meine, teils dort, teils in den Prolegomenen vorgetragene Deduktion der reinen Verstandesbegriffe, die aber in dem Teile der Kritik, welcher gerade der helleste sein müßte, am meisten dunkel wäre, oder wohl gar sich im Zirkel herumdrehete etc. Ich richte meine Beantwortung dieser Einwürfe nur auf den Hauptpunkt derselben, daß nämlich ohne eine ganz klare und genugtuende Deduktion der Kategorien das

a) „Objecte“ A'. A''. A'''. korr. Hartenstein.

Verstandesbegriffe, die die Natur der Dinge betreffen können. Unter die vier Klassen derselben, die der

---

System der Kritik der reinen Vernunft in seinem Fundamente wanke. Dagegen behaupte ich, daß für denjenigen, der meine Sätze von der Sinnlichkeit aller unserer Anschauung und der Zulänglichkeit der Tafel der Kategorien, als von den logischen Funktionen in Urteilen überhaupt entlehnter Bestimmungen unseres Bewußtseins, unterschreibt (wie dieses denn der Rezensent tut), das System der Kritik apodiktische Gewißheit bei sich führen müsse, weil dieses auf dem Satze erbauet ist, daß der ganze spekulative Gebrauch unserer Vernunft niemals weiter, als auf Gegenstände möglicher Erfahrung reiche. Denn wenn bewiesen werden kann, **daß** die Kategorien, deren sich die Vernunft in allem ihrem Erkenntnis bedienen muß, gar keinen anderen Gebrauch, als bloß in Beziehung auf Gegenstände der Erfahrung haben können (dadurch, daß sie in dieser bloß die Form des Denkens möglich machen), so ist die Beantwortung der Frage: **wie** sie solche möglich machen, zwar wichtig genug, um diese Deduktion, wo möglich, zu vollenden, aber in Beziehung auf den Hauptzweck des Systems, nämlich die Grenzbestimmung der reinen Vernunft, keineswegs notwendig, sondern bloß verdienstlich. Denn in dieser Absicht ist die Deduktion schon alsdenn weit genug geführt, wenn sie zeigt, daß gedachte Kategorien nichts anders als bloße Formen der Urteile sind, sofern sie auf Anschauungen (die bei uns immer nur sinnlich sind) angewandt werden, dadurch aber allererst Objekte bekommen und Erkenntnisse werden; weil dieses schon hinreicht, das ganze System der eigentlichen Kritik darauf mit völliger Sicherheit zu gründen. So steht Newtons System der allgemeinen Gravitäten fest, ob es gleich die Schwierigkeit bei sich führt, daß man nicht erklären kann, wie Anziehung in die Ferne möglich sei; aber Schwierigkeiten sind nicht Zweifel. Daß nun jenes Hauptfundament auch ohne vollständige Deduktion der Kategorien fest stehe, beweise ich aus dem Zugestandenen also:

1. Zugestanden: daß die Tafel der Kategorien alle reine Verstandesbegriffe vollständig enthalte, und ebenso alle formale Verstandeshandlungen in Urteilen, von welchen sie abgeleitet und auch in nichts unterschieden sind, als daß durch den Verstandesbegriff ein Objekt in Ansehung einer oder der andern Funktion der Urteile als bestimmt gedacht wird (z. B. so wird in dem kategorischen Urteile: der Stein ist hart, der Stein für Subjekt und hart als

Größe, der Qualität, der Relation und endlich der Modalität müssen sich auch alle Bestimmungen

Prädikat gebraucht, so doch, daß es dem Verstande unbenommen bleibt, die logische Funktion dieser Begriffe umzutauschen und zu sagen: einiges Harte ist ein Stein; dagegen wenn ich es mir im Objekte als bestimmt vorstelle, daß der Stein in jeder möglichen Bestimmung eines Gegenstandes, nicht des bloßen Begriffs, nur als Subjekt, die Härte aber nur als Prädikat gedacht werden müsse, dieselbe logische Funktionen nun reine Verstandesbegriffe von Objekten, nämlich als Substanz und Akzidens, werden);

2. zugestanden: daß der Verstand durch seine Natur synthetische Grundsätze *a priori* bei sich führe, durch die er alle Gegenstände, die ihm gegeben werden mögen, jenen Kategorien unterwirft, mithin es auch Anschauungen *a priori* geben müsse, welche die zur Anwendung jener reinen Verstandesbegriffe erfoderliche Bedingungen enthalten, weil ohne Anschauung kein Objekt, in Ansehung dessen die logische Funktion als Kategorie bestimmt werden könnte, mithin auch keine Erkenntnis irgend eines Gegenstandes, und also auch ohne reine Anschauung kein Grundsatz, der sie *a priori* in dieser Absicht bestimmte, stattfindet;

3. zugestanden: daß diese reine Anschauungen niemals etwas anders, als bloße Formen der Erscheinungen äußeren[a]) oder des inneren Sinnes (Raum und Zeit), folglich nur allein der Gegenstände möglicher Erfahrungen sein können:

So folgt: daß aller Gebrauch der reinen Vernunft niemals worauf anders, als auf Gegenstände der Erfahrung gehen könne, und, weil in Grundsätzen *a priori* nichts Empirisches die Bedingung sein kann, sie nichts weiter, als Prinzipien der Möglichkeit der Erfahrung überhaupt sein können. Dieses allein ist das wahre und hinlängliche Fundament der Grenzbestimmung der reinen Vernunft, aber nicht die Auflösung der Aufgabe: **wie** nun Erfahrung vermittelst jener Kategorien und nur allein durch dieselbe möglich sei. Die letztere Aufgabe, obgleich auch ohne sie das Gebäude fest steht, hat indessen große Wichtigkeit, und, wie ich es jetzt einsehe, ebenso große Leichtigkeit, da sie beinahe durch einen einzigen Schluß aus der genau bestimmten Definition eines Urteils überhaupt (einer Handlung, durch die gegebene[b]) Vorstellungen zuerst Erkennt-

a) „äußerer“ A‴.
b) „gegebenen“ A‴.

des allgemeinen Begriffs einer Materie überhaupt, mithin auch alles, was *a priori* von ihr gedacht, was in der mathematischen Konstruktion dargestellt, oder in der Erfahrung als bestimmter Gegenstand derselben gegeben werden mag, bringen lassen. Mehr ist hier nicht zu tun, zu entdecken oder hinzuzusetzen, sondern allenfalls, wo in der Deutlichkeit oder Gründlichkeit gefehlt sein möchte, es besser zu machen.

Der Begriff der Materie mußte daher durch alle

---

nisse eines Objekts werden) verrichtet werden kann. Die Dunkelheit, die in diesem Teile der Deduktion meinen vorigen Verhandlungen anhängt, und die ich nicht in Abrede ziehe, ist dem gewöhnlichen Schicksale des Verstandes im Nachforschen beizumessen, dem der kürzeste Weg gemeiniglich nicht der erste ist, den er gewahr wird. Daher ich die nächste Gelegenheit ergreifen werde, diesen Mangel (welcher auch nur die Art der Darstellung, nicht den dort schon richtig angegebenen Erklärungsgrund betrifft), zu ergänzen, ohne daß der scharfsinnige Rezensent in die ihm gewiß selbst unangenehm fallende Notwendigkeit versetzt werden darf, wegen der befremdlichen Einstimmung der Erscheinungen zu den Verstandesgesetzen, ob diese gleich von jenen ganz verschiedene Quellen haben, zu einer prästabilierten Harmonie seine Zuflucht zu nehmen; einem Rettungsmittel, welches weit schlimmer wäre als das Übel, dawider es helfen soll, und daß dagegen doch wirklich nichts helfen kann. Denn auf diese kommt doch jene objektive Notwendigkeit nicht heraus, welche die reinen Verstandesbegriffe (und die Grundsätze ihrer Anwendung auf Erscheinungen) charakterisiert, z. B. in dem Begriffe der Ursache in Verknüpfung mit der Wirkung, sondern alles bleibt bloß subjektiv-notwendige, objektiv aber bloß zufällige Zusammenstellung, gerade wie es Hume will, wenn er sie bloße Täuschung aus Gewohnheit nennt. Auch kann kein System in der Welt diese Notwendigkeit wo anders herleiten, als aus den *a priori* zum Grunde liegenden Prinzipien der Möglichkeit des Denkens selbst; wodurch allein die Erkenntnis der Objekte, deren Erscheinung uns gegeben ist, d. i. Erfahrung möglich wird, und gesetzt, die Art, **wie** Erfahrung dadurch allererst möglich werde, könnte niemals hinreichend erklärt werden, so bleibt es doch unwidersprechlich gewiß, **daß** sie bloß durch jene Begriffe möglich, und jene Begriffe umgekehrt auch in keiner anderen Beziehung, als auf Gegenstände der Erfahrung einer Bedeutung und irgend eines Gebrauchs fähig sind.

vier genannte Funktionen der Verstandesbegriffe (in vier Hauptstücken) durchgeführt werden, in deren jedem eine neue Bestimmung desselben hinzukam. Die Grundbestimmung eines Etwas, das ein Gegenstand äußerer Sinne sein soll, mußte Bewegung sein; denn dadurch allein können diese Sinne affiziert werden. Auf diese führt auch der Verstand alle übrige Prädikate der Materie, die zu ihrer Natur gehören, zurück, und so ist die Naturwissenschaft durchgängig eine entweder reine oder angewandte Bewegungslehre. Die metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft sind also unter vier Hauptstücke zu bringen, deren erstes die Bewegung als ein reines Quantum, nach seiner Zusammensetzung, ohne alle Qualität des Beweglichen betrachtet und **Phoronomie** genannt werden kann, das zweite sie, als zur Qualität der Materie gehörig, unter dem Namen einer ursprünglich bewegenden Kraft in Erwägung zieht und daher **Dynamik** heißt, das dritte die Materie mit dieser Qualität durch ihre eigene Bewegung gegeneinander in Relation betrachtet und unter dem Namen **Mechanik** vorkommt, das vierte aber ihre Bewegung oder Ruhe bloß in Beziehung auf die Vorstellungsart oder Modalität, mithin als Erscheinung äußerer Sinne bestimmt und **Phänomenologie** genannt wird.

Aber außer jener inneren Notwendigkeit, die metaphysischen Anfangsgründe der Körperlehre nicht allein von der Physik, welche empirische Prinzipien braucht, sondern selbst von den rationalen Prämissen derselben, die den Gebrauch der Mathematik in ihr betreffen, abzusondern, ist noch ein äußerer, zwar nur zufälliger, aber gleichwohl wichtiger Grund da, ihre ausführliche Bearbeitung von dem allgemeinen System der Metaphysik abzutrennen und sie als ein besonderes Ganze systematisch darzustellen. Denn wenn es erlaubt ist, die Grenzen einer Wissenschaft nicht bloß nach der Beschaffenheit des Objekts und der spezifischen Erkenntnisart desselben, sondern auch nach dem Zwecke, den man mit der Wissenschaft selbst zum anderweitigen Gebrauche vor Augen hat, zu zeichnen, und man[a])

a) „man“ fehlt in A′ A″ A‴.

findet, daß Metaphysik so viel Köpfe bisher nicht darum beschäftigt hat und sie ferner beschäftigen wird, um Naturkenntnisse dadurch zu erweitern (welches viel leichter und sicherer durch Beobachtung, Experiment und Anwendung der Mathematik auf äußere Erscheinungen geschieht), sondern um zur Erkenntnis dessen, was gänzlich über alle Grenzen der Erfahrung hinausliegt, von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit zu gelangen; so gewinnt man in Beförderung dieser Absicht, wenn man sie von einem, zwar aus ihrer Wurzel sprossenden, aber doch ihrem regelmäßigen Wuchse nur hinderlichen Sprößlinge befreiet, diesen besonders pflanzt, ohne dennoch dessen Abstammung aus jener zu verkennen und sein völliges Gewächs aus dem System der allgemeinen Metaphysik wegzulassen. Dieses tut der Vollständigkeit der letzteren keinen Abbruch und erleichtert doch den gleichförmigen Gang dieser Wissenschaft zu ihrem Zwecke, wenn man in allen Fällen, wo man der allgemeinen Körperlehre bedarf, sich nur auf das abgesonderte System derselben berufen darf, ohne jenes größere mit diesem anzuschwellen. Es ist auch in der Tat sehr merkwürdig (kann aber hier nicht ausführlich vor Augen gelegt werden), daß die allgemeine Metaphysik in allen Fällen, wo sie Beispiele (Anschauungen) bedarf, um ihren reinen Verstandesbegriffen Bedeutung zu verschaffen, diese jederzeit aus der allgemeinen Körperlehre, mithin von der Form und den Prinzipien der äußeren Anschauung hernehmen müsse, und, wenn diese nicht vollendet darliegen, unter lauter sinnleeren Begriffen unstet und schwankend herumtappe. Daher die bekannten Streitigkeiten, wenigstens die Dunkelheit in den Fragen über die Möglichkeit eines Widerstreits der Realitäten, die der intensiven Größe u. a. m., bei welchen der Verstand nur durch Beispiele aus der körperlichen Natur belehrt wird, welches die Bedingungen sind, unter denen jene Begriffe allein objektive Realität, d. i. Bedeutung und Wahrheit haben können. Und so tut eine abgesonderte Metapnysik der körperlichen Natur der allgemeinen vortreffliche und unentbehrliche Dienste, indem sie Beispiele (Fälle in Konkreto) herbeischafft, die Be-

griffe und Lehrsätze der letzteren (eigentlich der Transzendentalphilosophie) zu realisieren, d. i. einer bloßen Gedankenform Sinn und Bedeutung unterzulegen.

Ich habe in dieser Abhandlung die mathematische Methode, wenngleich nicht mit aller Strenge befolgt (wozu mehr Zeit erfoderlich gewesen wäre, als ich darauf zu verwenden hätte[a]), dennoch nachgeahmt, nicht um ihr durch ein Gepränge von Gründlichkeit besseren Eingang zu verschaffen, sondern weil ich glaube, daß ein solches System deren wohl fähig sei und diese Vollkommenheit auch mit der Zeit von geschickterer Hand wohl erlangen könne, wenn durch diesen Entwurf veranlaßt, mathematische Naturforscher es nicht unwichtig finden sollten, den metaphysischen Teil, dessen sie ohnedem nicht entübrigt sein können, in ihrer allgemeinen Physik als einen besonderen Grundteil zu behandeln und mit der mathematischen Bewegungslehre in Vereinigung zu bringen.

Newton sagt in der Vorrede zu seinen mathematischen Grundlehren der Nat. Wiss. (nachdem er angemerkt hatte, daß die Geometrie von den mechanischen Handgriffen, die sie postuliert, nur zweier bedürfe, nämlich eine gerade Linie und einen Zirkel zu beschreiben): die Geometrie ist stolz darauf, daß sie mit so Wenigem, was sie anderwärts hernimmt, so viel zu leisten vermag*). Von der Metaphysik könnte man dagegen sagen: sie steht bestürzt, daß sie mit so Vielem, als ihr die reine Mathematik darbietet, doch nur so wenig ausrichten kann. Indessen ist doch dieses Wenige etwas, das selbst die Mathematik in ihrer Anwendung auf Naturwissenschaft unumgänglich braucht, die sich also, da sie hier von der Metaphysik notwendig borgen muß, auch nicht schämen darf, sich mit ihr in Gemeinschaft sehen zu lassen.

*) Gloriatur geometria, quod tam paucis principiis aliunde petitis tam multa praestet. *Newton, Princ. Phil. Nat. Math. Praefat.*

a) Höfler Ak. Ausg. schlägt vor „hatte".

Erstes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Phoronomie.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche im Raume. Der Raum, der selbst beweglich ist, heißt der materielle oder auch der relative Raum; der, in welchem alle Bewegung zuletzt gedacht werden muß (der mithin selbst schlechterdings unbeweglich ist), heißt der reine oder auch absolute Raum.

Anmerkung 1.

Da in der Phoronomie von nichts, als Bewegung geredet werden soll, so wird dem Subjekt derselben, nämlich der Materie, hier keine andere Eigenschaft beigelegt, als die Beweglichkeit. Sie selbst kann also so lange auch für einen Punkt gelten, und man abstrahiert in der Phoronomie von aller innern Beschaffenheit, mithin auch der Größe des Beweglichen, und hat es nur mit der Bewegung und dem, was in dieser als Größe betrachtet werden kann (Geschwindigkeit und Richtung), zu tun. — Wenn gleichwohl der Ausdruck eines Körpers hier bisweilen gebraucht

werden sollte, so geschieht es nur, um die Anwendung der Prinzipien der Phoronomie auf die noch folgende bestimmtere Begriffe der Materie gewissermaßen zu antizipieren, damit der Vortrag weniger abstrakt und faßlicher sei.

Anmerkung 2.

Wenn ich den Begriff der Materie nicht durch ein Prädikat, was ihr selbst als Objekt zukommt, sondern nur durch das Verhältnis zum Erkenntnisvermögen, in welchem mir die Vorstellung allererst gegeben werden kann, erklären soll, so ist Materie ein jeder Gegenstand äußerer Sinne, und dieses wäre die bloß metaphysische Erklärung derselben. Der Raum aber wäre bloß die Form aller äußeren sinnlichen Anschauung (ob ebendieselbe auch dem äußeren Objekt, das wir Materie nennen, an sich selbst zukomme, oder nur in der Beschaffenheit unseres Sinnes bleibe, davon ist hier gar nicht die Frage). Die Materie wäre im Gegensatz der Form das, was in der äußeren Anschauung ein Gegenstand der Empfindung ist, folglich das eigentlich Empirische der sinnlichen und äußeren Anschauung, weil es gar nicht *a priori* gegeben werden kann. In aller Erfahrung muß etwas empfunden werden, und das ist das Reale der sinnlichen Anschauung; folglich muß auch der Raum, in welchem wir über die Bewegungen Erfahrung anstellen sollen, empfindbar, d. i. durch das, was empfunden werden kann, bezeichnet sein, und dieser, als der Inbegriff aller Gegenstände der Erfahrung und selbst ein Objekt derselben, heißt der empirische Raum. Dieser aber, als materiell, ist selbst beweglich. Ein beweglicher Raum aber, wenn seine Bewegung soll wahrgenommen werden können, setzt wiederum einen anderen erweitertern materiellen Raum voraus, in welchem er beweglich ist, dieser ebensowohl einen andern und so forthin ins Unendliche.

Also ist alle Bewegung, die ein Gegenstand der Erfahrung ist, bloß relativ; der Raum, in dem sie wahrgenommen wird, ist ein relativer Raum, der selbst

wiederum, und vielleicht in entgegengesetzter Richtung, in einem erweiterten Raume[a]) bewegt, mithin auch die in Beziehung auf den erstern bewegte Materie in Verhältnis auf den zweiten Raum ruhig genannt werden kann; und diese Abänderungen des Begriffs der Bewegungen gehen mit der Veränderung des relativen Raumes so ins Unendliche fort. Einen absoluten Raum, d. i. einen solchen, der, weil er nicht materiell ist, auch kein Gegenstand der Erfahrung sein kann, als für sich gegeben annehmen, heißt etwas, das weder an sich, noch in seinen Folgen (der Bewegung im absoluten Raum) wahrgenommen werden kann, um der Möglichkeit der Erfahrung willen annehmen, die doch jederzeit ohne ihn angestellt werden muß. Der absolute Raum ist also an sich nichts und gar kein Objekt, sondern bedeutet nur einen jeden andern relativen Raum, den ich mir außer dem gegebenen jederzeit denken kann, und den ich nur über jeden gegebenen ins Unendliche hinausrücke, als einen solchen, der diesen einschließt und in welchem ich den ersteren als bewegt annehmen kann. Weil ich den erweiterten, obgleich immer noch materiellen Raum nur in Gedanken habe, und mir von der Materie, die ihn bezeichnet, nichts bekannt ist, so abstrahiere ich von dieser, und er wird daher wie ein reiner, nicht empirischer und absoluter Raum vorgestellt, mit dem ich jeden empirischen vergleichen und diesen in ihm als beweglich vorstellen kann, der also jederzeit als unbeweglich gilt. Ihn zum wirklichen Dinge zu machen, heißt die logische Allgemeinheit irgendeines Raums, mit dem ich jeden empirischen als darin eingeschlossen vergleichen kann, in eine physische Allgemeinheit des wirklichen Umfanges verwechseln, und die Vernunft in ihrer Idee mißverstehen.

Schließlich merke ich noch an, daß, da die Beweglichkeit eines Gegenstandes im Raum *a priori* und ohne Belehrung durch Erfahrung nicht erkannt werden kann, sie von mir eben darum in der Kritik der reinen Vernunft auch nicht unter die reine Ver-

a) Hartenstein „sich bewegt".

standesbegriffe gezählt werden konnte, und daß dieser Begriff als empirisch, nur in einer Naturwissenschaft, als angewandter Metaphysik, welche sich mit einem durch Erfahrung gegebenen Begriffe, obwohl nach Prinzipien *a priori*, beschäftigt, Platz finden könne.

Erklärung 2.

Bewegung eines Dinges ist die Veränderung der äußeren Verhältnisse desselben zu einem gegebenen Raum.

Anmerkung 1.

Vorher habe ich dem Begriffe der Materie schon den Begriff der Bewegung zum Grund gelegt. Denn da ich denselben selbst unabhängig vom Begriffe der Ausdehnung bestimmen wollte, und die Materie also auch in einem Punkte betrachten könnte[a]), so durfte ich einräumen, daß man sich daselbst der gemeinen Erklärung der Bewegung als Veränderung des Orts bedienete. Jetzt, da der Begriff einer Materie allgemein, mithin auch auf bewegte Körper passend, erklärt werden soll, so reicht jene Definition nicht zu. Denn der Ort eines jeden Körpers ist ein Punkt. Wenn man die Weite des Mondes von der Erde bestimmen will, so will man die Entfernung ihrer Örter wissen, und zu diesem Ende mißt man nicht von einem beliebigen Punkte der Oberfläche oder des Inwendigen der Erde zu jedem beliebigen Punkte des Mondes, sondern nimmt die kürzeste Linie vom Mittelpunkte der[b]) einen zum Mittelpunkte des andern, mithin ist von jedem dieser Körper nur ein Punkt, der seinen Ort ausmacht. Nun kann sich ein Körper bewegen, ohne seinen Ort zu verändern, wie die Erde, indem sie sich um ihre Achse dreht. Aber ihr Verhältnis zum äußeren Raume verändert sich hiebei doch; denn sie kehrt z. B. in 24 Stunden dem Monde ihre verschiedene Seiten zu, woraus denn auch allerlei

a) Höfler Ak. Ausg. „konnte".
b) „des" A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

wandelbare Wirkungen auf der Erde erfolgen. Nur von einem beweglichen, d. i. physischen Punkte kann man sagen: Bewegung sei jederzeit Veränderung des Orts. Man könnte wider diese Erklärung erinnern, daß die innere Bewegung, z. B. einer Gärung, nicht in ihr mit eingeschlossen sei; aber das Ding, was man bewegt nennt, muß sofern als Einheit betrachtet werden. Die Materie, als z. B. ein Faß Bier, ist bewegt, bedeutet also etwas anderes, als das Bier im Fasse ist in Bewegung. Die Bewegung eines Dinges ist mit der Bewegung in diesem Dinge nicht einerlei, von der ersteren aber ist hier nur die Rede. Dieses Begriffs Anwendung aber auf den zweiten Fall ist nachher leicht.

Anmerkung 2.

Die Bewegungen können drehend (ohne Veränderung des Orts) oder fortschreitend, diese aber entweder den Raum erweiternd, oder auf einen gegebenen Raum eingeschränkte Bewegungen sein. Von der ersteren Art sind die geradlinichte, oder auch krummlinichte, in sich nicht zurückkehrende Bewegungen. Die von der zweiten sind die in sich zurückkehrende. Die letztern sind wiederum entweder zirkulierende oder oszillierende, d. i. Kreis- oder schwankende Bewegungen. Die erstern legen ebendenselben Raum immer in derselben Richtung, die zweiten immer wechselweise in entgegengesetzter Richtung zurück, wie schwankende Penduln. Zu beiden gehört noch Bebung *(motus tremulus)*, welche nicht eine fortschreitende Bewegung eines Körpers, dennoch aber eine reziprozierende Bewegung einer Materie ist, die dabei ihre Stelle im Ganzen nicht verändert, wie die Zitterungen einer geschlagenen Glocke, oder die Bebungen einer durch den Schall in Bewegung gesetzten Luft. Ich tue dieser verschiedenen Arten der Bewegung bloß darum in einer Phoronomie Erwähnung, weil man bei allen, die nicht fortschreitend sind, sich des Worts Geschwindigkeit gemeiniglich in anderer Bedeutung bedient, als bei den fortschreitenden, wie die folgende Anmerkung zeigt.

Anmerkung 3.

In jeder Bewegung sind Richtung und Geschwindigkeit die beiden Momente der Erwägung derselben, wenn man von allen anderen Eigenschaften des Beweglichen abstrahiert. Ich setze hier die gewöhnliche Definition beider voraus; allein die der Richtung bedarf noch verschiedener Einschränkungen. Ein im Kreise bewegter Körper verändert seine Richtung kontinuierlich, so, daß er bis zu seiner Rückkehr zum Punkte, von dem er ausging, alle in einer Fläche nur mögliche Richtungen eingeschlagen ist, und doch sagt man: er bewege sich immer in derselben Richtung, z. B. der Planet von Abend gegen Morgen.

Allein, was ist hier die Seite, nach der die Bewegung gerichtet ist? eine Frage, die mit der eine Verwandtschaft hat: worauf beruht der innere Unterschied der Schnecken, die sonst ähnlich und sogar gleich, aber davon eine Spezies rechts, die andere links gewunden ist; oder des Windens der Schwertbohnen und des Hopfens, deren die erstere wie ein Pfropfenzieher, oder, wie die Seeleute es ausdrücken würden, wider die Sonne, der andere mit der Sonne um ihre Stange laufen?[a]) ein Begriff, der sich zwar konstruieren, aber als Begriff, für sich durch allgemeine Merkmale und in der diskursiven Erkenntnisart gar nicht deutlich machen läßt, und der in den Dingen selbst (z. B. an denen seltenen Menschen, bei denen die Leicheneröffnung alle[b]) Teile nach der physiologischen Regel mit andern Menschen einstimmig, nur alle Eingeweide links oder rechts, wider die gewöhnliche Ordnung versetzt fand) keinen erdenklichen Unterschied in den innern Folgen geben kann und demnach ein wahrhafter mathematischer, und zwar innerer Unterschied ist, womit der von dem Unterschiede zweier, sonst in allen Stücken gleichen, der Richtung nach aber verschiedenen Kreisbewegungen, obgleich nicht völlig einerlei, dennoch aber zusammenhängend ist. Ich habe anderwärts gezeigt, daß, da

a) Höfler Ak. Ausg.: „läuft".
b) A', A'' „aller".

sich dieser Unterschied zwar in der Anschauung geben, aber gar nicht auf deutliche Begriffe bringen, mithin nicht verständlich erklären *(dari, non intelligi)* läßt, er einen guten bestätigenden Beweisgrund zu dem Satze abgebe: daß der Raum überhaupt nicht zu den Eigenschaften oder Verhältnissen der Dinge an sich selbst, die sich notwendig auf objektive Begriffe müßten bringen lassen, sondern bloß zu der subjektiven Form unserer sinnlichen Anschauung von Dingen oder Verhältnissen, die uns nach dem, was sie an sich sein mögen, völlig unbekannt bleiben, gehöre. Doch dies ist eine Abschweifung von unserem jetzigen Geschäfte, in welchem wir den Raum ganz notwendig als Eigenschaft der Dinge, die wir in Betrachtung ziehen, nämlich körperlicher Wesen, behandeln müssen, weil diese selbst nur Erscheinungen äußerer Sinne sind und nur als solche hier erklärt zu werden bedürfen. Was den Begriff der Geschwindigkeit betrifft, so bekommt dieser Ausdruck im Gebrauche auch bisweilen eine abweichende Bedeutung. Wir sagen: die Erde dreht sich geschwinder um ihre Achse, als die Sonne, weil sie es in kürzerer Zeit tut; obgleich die Bewegung der letzteren viel geschwinder ist. Der Blutumlauf eines kleinen Vogels ist viel geschwinder, als der eines Menschen, obgleich seine strömende Bewegung im ersteren ohne Zweifel weniger Geschwindigkeit hat, und so auch bei den Bebungen elastischer Materien. Die Kürze der Zeit der Wiederkehr, es sei der zirkulierenden oder oszillierenden Bewegung, macht den Grund dieses Gebrauchs aus, an welchem, wenn sonst nur die Mißdeutung vermieden wird, man auch nicht unrecht tut. Denn diese bloße Vergrößerung der Eile in der Wiederkehr, ohne Vergrößerung der räumlichen Geschwindigkeit, hat ihre eigene und sehr erhebliche Wirkungen in der Natur, worauf in dem Zirkellauf der Säfte der Tiere vielleicht noch nicht gnug Rücksicht genommen worden. In der Phoronomie brauchen wir das Wort Geschwindigkeit bloß in räumlicher Bedeutung;

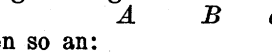
$C = \frac{S}{T}$.

Erklärung 3.

Ruhe ist die beharrliche Gegenwart (*praesentia perdurabilis*) an demselben Orte; beharrlich aber ist das, was eine Zeit hindurch existiert, d. i. dauret.

Anmerkung.

Ein Körper, der in Bewegung ist, ist in jedem Punkte der Linie, die er durchläuft, einen Augenblick. Es frägt sich nun, ob er darin ruhe oder sich bewege. Ohne Zweifel wird man das letztere sagen; denn er ist in diesem Punkte nur sofern, als er sich bewegt, gegenwärtig. Man nehme aber die Bewegung desselben so an:



daß der Körper mit gleichförmiger Geschwindigkeit die Linie AB vorwärts und rückwärts von B nach A zurücklege, so daß, weil der Augenblick, da er in B ist, beiden Bewegungen gemein ist, die Bewegung von A nach B in $^1/_2$ Sekunde, die von B nach A aber auch in $^1/_2$ Sekunde, beide zusammen aber in einer ganzen Sekunde zurückgelegt worden, so daß auch nicht der kleinste Teil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in B aufgewandt worden; so wird, ohne den mindesten Zuwachs dieser Bewegungen, die letztere, die in der Richtung BA geschahe, in die nach der Richtung Ba, welches mit AB in einer geraden Linie liegt, verwandelt werden können, wo denn der Körper, indem er in B ist, darin nicht als ruhig, sondern als bewegt angesehen werden muß. Er mußte daher auch in der ersteren in sich selbst wiederkehrenden Bewegung in dem Punkte B als bewegt angesehen werden, welches aber unmöglich ist; weil, nach dem, was angenommen worden, es nur ein Augenblick ist, der zur Bewegung AB und zugleich zur gleichen Bewegung BA gehört, die der vorigen entgegengesetzt und mit ihr in einem und demselben Augenblicke verbunden[a]), völligen Mangel

a) A′ A″ A‴ „verbunden ist“, korr. Höfler Ak. Ausg.

der Bewegung, folglich, wenn dieser den Begriff der Ruhe ausmachte, auch in der gleichförmigen Bewegung *Aa* Ruhe des Körpers in jedem Punkte, z. B. in *B*, beweisen müßte, welches der obigen Behauptung widerspricht. Man stelle sich dagegen die Linie *AB* als über den Punkt *A* aufgerichtet vor, so daß ein Körper von *A* nach *B* steigend[a]), nachdem er durch die Schwere im Punkte *B* seine Bewegung verloren hat, von *B* nach *A* ebenso wiederum zurückfalle; so frage ich: ob der Körper in *B* als bewegt oder als ruhig angesehen werden könne? Ohne Zweifel wird man sagen: als ruhig; weil ihm alle vorherige Bewegung genommen worden, nachdem er diesen Punkt erreicht hat, und hernach eine gleichmäßige Bewegung zurück allererst folgen soll, folglich noch nicht da ist; der Mangel aber der Bewegung, wird man hinzusetzen, ist Ruhe. Aber in dem ersteren Falle einer angenommenen gleichförmigen Bewegung konnte die Bewegung *BA* auch nicht anders eintreten, als dadurch, daß vorher die Bewegung *AB* aufgehört hatte und die von *B* nach *A* noch nicht war, folglich, daß in *B* ein Mangel aller Bewegung, und, nach der gewöhnlichen Erklärung, Ruhe müßte angenommen werden; aber man durfte sie doch nicht annehmen, weil bei einer gegebenen Geschwindigkeit kein Körper in einem Punkte seiner gleichförmigen Bewegung als ruhend gedacht werden muß. Worauf beruht denn im zweiten Falle die Anmaßung des Begriffs der Ruhe, da doch dieses Steigen und Fallen gleichfalls nur durch einen Augenblick voneinander getrennt wird? Der Grund davon liegt darin, daß die letztere Bewegung nicht als gleichförmig mit gegebener Geschwindigkeit gedacht wird, sondern zuerst als gleichförmig verzögert und hernach als gleichförmig beschleunigt, so doch, daß die Geschwindigkeit im Punkte *B* nicht gänzlich, sondern nur bis zu einem Grad verzögert werde[b]), der kleiner ist, als jede nur anzugebende Geschwindigkeit, mit welcher, wenn, an-

a) Höfler Ak. Ausg. „steige".

b) „verzögert werde" fehlt in A′ A″ A‴ Zusatz Hartenstein.

statt zurückzufallen, die Linie seines Falles *BA* in die Richtung *Ba* gestellet, mithin der Körper immer noch als steigend betrachtet würde, er, als mit einem bloßen Moment der Geschwindigkeit (der Widerstand der Schwere wird alsdenn beiseite gesetzt), in jeder noch so großen anzugebenden Zeit gleichförmig, doch nur einen Raum, der kleiner ist, als jeder anzugebende Raum, zurücklegen, mithin seinen Ort (für irgendeine mögliche Erfahrung) in alle Ewigkeit gar nicht verändern würde. Folglich wird er in den Zustand einer daurenden Gegenwart an demselben Orte, d. i. der Ruhe, versetzt, ob sie gleich wegen der kontinuierlichen Einwirkung der Schwere, d. i. der Veränderung dieses Zustandes, sofort aufgehoben wird. In einem beharrlichen Zustande sein und darin beharren (wenn nichts anderes ihn verrückt), sind zwei verschiedene Begriffe, deren einer dem anderen keinen Abbruch tut. Also kann die Ruhe nicht durch den Mangel der Bewegung, der sich, als = o, gar nicht konstruieren läßt, sondern muß durch die beharrliche Gegenwart an demselben Orte erklärt werden, da denn dieser Begriff auch durch die Vorstellung einer Bewegung mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, eine endliche Zeit hindurch, konstruiert, mithin zu nachheriger Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft genutzt werden kann.

Erklärung 4.

Den Begriff einer zusammengesetzten Bewegung **konstruieren**, heißt eine Bewegung, sofern sie aus zweien oder mehreren gegebenen in einem Beweglichen vereinigt entspringt, *a priori* in der Anschauung darstellen.

Anmerkung.

Zur Konstruktion der Begriffe wird erfodert: daß die Bedingung ihrer Darstellung nicht von der Erfahrung entlehnt sei, also auch nicht gewisse Kräfte voraussetze, deren Existenz nur von der Erfahrung

abgeleitet werden kann, oder überhaupt, daß die Bedingung der Konstruktion nicht selbst ein Begriff sein müsse, der gar nicht *a priori* in der Anschauung gegeben werden kann, wie z. B. der von Ursache und Wirkung, Handlung und Widerstand etc. Hier ist nun vorzüglich zu bemerken, daß Phoronomie durchaus zuerst Konstruktion der Bewegungen überhaupt als Größen, und, da sie die Materie bloß als etwas Bewegliches, mithin an welchem gar auf keine Größe derselben Rücksicht genommen wird, zum Gegenstande hat, diese Bewegungen allein als Größen, sowohl ihrer Geschwindigkeit als Richtung nach, und zwar ihrer Zusammensetzung nach *a priori* zu bestimmen habe. Denn soviel muß gänzlich *a priori* und zwar anschauend zum Behuf der angewandten Mathematik ausgemacht werden. Denn die Regeln der Verknüpfung der Bewegungen durch physische Ursachen, d. i. Kräfte, lassen sich, ehe die Grundsätze ihrer Zusammensetzung überhaupt vorher rein mathematisch zugrunde gelegt worden, niemals gründlich vortragen.

Grundsatz 1.

Eine jede Bewegung als Gegenstand einer möglichen Erfahrung, kann nach Belieben als Bewegung des Körpers in einem ruhigen Raume, oder als Ruhe des Körpers und dagegen Bewegung des Raumes in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit angesehen werden.

Anmerkung.

Von der Bewegung eines Körpers eine Erfahrung zu machen, dazu wird erfodert, daß nicht allein der Körper, sondern auch der Raum, darin er sich bewegt, Gegenstände der äußern Erfahrung, mithin materiell sein. Eine absolute Bewegung also, d. i. in Beziehung auf einen nicht materiellen Raum, ist gar keiner Erfahrung fähig und für uns also nichts (wenn man gleich einräumen wollte, der absolute Raum sei an sich etwas). Aber auch in aller rela-

tiven Bewegung kann der Raum selbst, weil er als materiell angenommen wird, wiederum als ruhig oder bewegt vorgestellt werden. Das erstere geschieht, wenn mir über den Raum, in Beziehung auf welchen ich einen Körper als bewegt ansehe, kein mehr erweiterter und ihn einschließender gegeben ist (wie wenn ich in der Kajüte eines Schiffs eine Kugel auf dem Tische bewegt sehe); das zweite, wenn mir über diesen Raum hinaus noch ein anderer Raum, der ihn einschließt (wie im genannten Falle das Ufer des Flusses), gegeben ist, da ich denn in Ansehung des letzteren den nächsten Raum (die Kajüte) als bewegt und den Körper selbst allenfalls als ruhig ansehen kann. Da es nun schlechterdings unmöglich ist, von einem empirisch gegebenen Raume, wie erweitert er auch sei, auszumachen, ob er nicht in Ansehung eines in einem noch größeren Umfange ihn einschließenden Raumes selbst wiederum bewegt sei oder nicht, so muß es aller Erfahrung und jeder Folge aus der Erfahrung völlig einerlei sein, ob ich einen Körper als bewegt oder ihn als ruhig, den Raum aber in entgegengesetzter Richtung mit gleicher Geschwindigkeit bewegt ansehen will. Noch mehr: da der absolute Raum für alle mögliche Erfahrung nichts ist, so sind auch die Begriffe einerlei, ob ich sage: ein Körper bewegt sich in Ansehung dieses gegebenen Raumes in dieser Richtung mit dieser Geschwindigkeit, oder ob ich ihn mir als ruhig denken, und dem Raum alles dieses, aber in entgegengesetzter Richtung, beilegen will. Denn ein jeder Begriff ist mit demjenigen, von dessen Unterschiede vom ersteren gar kein Beispiel möglich ist, völlig einerlei und nur in Beziehung auf die Verknüpfung, die wir ihm im Verstande geben wollen, verschieden.

Auch sind wir gar nicht imstande, in irgendeiner Erfahrung einen festen Punkt anzugeben, in Beziehung auf welchen, was Bewegung und Ruhe absolut heißen sollte, bestimmt würde; denn alles, was uns auf die Art gegeben wird, ist materiell, also auch beweglich, und (da wir im Raume keine äußerste Grenze möglicher Erfahrung kennen) vielleicht auch wirklich bewegt, ohne daß wir diese Bewegung woran wahr-

nehmen können. — Von dieser Bewegung eines Körpers im empirischen Raume kann ich nun einen Teil der gegebenen Geschwindigkeit dem Körper, den andern dem Raume, aber in entgegengesetzter Richtung, geben, und die ganze mögliche Erfahrung in Ansehung der Folgen dieser zwei verbundenen Bewegungen ist völlig einerlei mit derjenigen, da ich den Körper mit der ganzen Geschwindigkeit allein bewegt, oder ihn als ruhig und den Raum mit derselben Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung bewegt denke. Ich nehme hier aber alle Bewegungen als geradlinicht an. Denn was die krummlinichte betrifft, da es nicht in allen Stücken einerlei ist, ob ich den Körper (z. B. die Erde in ihrer täglichen Umdrehung) als bewegt, und den umgebenden Raum (den bestirnten Himmel) als ruhig, oder diesen als bewegt und jenen als ruhig anzusehen befugt bin, davon wird in der Folge besonders gehandelt werden. In der Phoronomie also, wo ich die Bewegung eines Körpers nur mit dem Raume (auf dessen Ruhe oder Bewegung jener gar keinen Einfluß hat) in Verhältnis betrachte, ist es an sich ganz unbestimmt und beliebig, ob und wieviel ich Geschwindigkeit dem einen oder dem andern von der gegebenen Bewegung beilegen will; künftig in der Mechanik, da ein bewegter Körper in wirksamer Beziehung auf andere Körper im Raume seiner Bewegung betrachtet werden soll, wird dieses nicht mehr so völlig einerlei sein, wie es an seinem Orte gezeigt werden soll.

Erklärung 5.

Die Zusammensetzung der Bewegung ist die Vorstellung der Bewegung eines Punkts als einerlei mit zweien oder mehreren Bewegungen desselben zusammen verbunden.

Anmerkung.

In der Phoronomie, da ich die Materie durch keine andere Eigenschaft, als ihre Beweglichkeit kenne, mithin sie selbst nur als einen Punkt betrachten darf,

kann die Bewegung nur als Beschreibung eines Raumes betrachtet werden, doch so, daß ich nicht bloß, wie in der Geometrie, auf den Raum, der beschrieben wird, sondern auch auf die Zeit darin, mithin auf die Geschwindigkeit, womit ein Punkt den Raum beschreibt, acht habe. Phoronomie ist also die reine Größenlehre *(mathesis)* der Bewegungen. Der bestimmte Begriff von einer Größe ist der Begriff der Erzeugung der Vorstellung eines Gegenstandes durch die Zusammensetzung des Gleichartigen. Da nun der Bewegung nichts gleichartig ist, als wiederum Bewegung, so ist die Phoronomie eine Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen ebendesselben Punkts nach ihrer Richtung und Geschwindigkeit, d. i. die Vorstellung einer einzigen Bewegung als einer solchen, die zwei und so mehrere Bewegungen zugleich in sich enthält, oder zweier Bewegungen ebendesselben Punkts zugleich, soferne sie zusammen eine ausmachen, d. i. mit dieser einerlei sind, und nicht etwa sofern sie die letztere, als Ursachen ihre Wirkung, hervorbringen. Um die Bewegung zu finden, die aus der Zusammensetzung von mehreren, so viel man will, entspringt, darf man nur, wie bei aller Größenerzeugung, zuerst diejenige suchen, die unter gegebenen Bedingungen aus zweien zusammengesetzt ist; darauf diese mit einer dritten verbinden[a]) usw. Folglich läßt die Lehre der Zusammensetzung aller Bewegungen sich auf die von zweien zurückführen. Zwei Bewegungen aber eines und desselben Punkts, die zugleich an demselben angetroffen werden, können auf zwiefache Weise unterschieden sein, und als solche auf dreifache Art an ihm verbunden werden. Erstlich geschehen sie entweder in einer und derselben Linie, oder in verschiedenen Linien zugleich; die letztere sind Bewegungen, die einen Winkel einschließen. Die, so in einer und derselben Linie geschehen, sind nun der Richtung nach entweder einander entgegengesetzt, oder halten einerlei Richtung. Da alle diese Bewegungen als zugleich geschehend betrachtet werden, so ergibt sich aus dem Verhältnis der Linien,

a) „verbunden“ A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

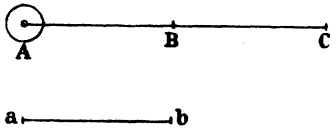
d. i. der beschriebenen Räume der Bewegung, in gleicher Zeit, sofort auch das Verhältnis der Geschwindigkeit. Also sind der Fälle drei: 1. Da zwei Bewegungen (sie mögen von gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten sein), in einem Körper in derselben Richtung verbunden, eine daraus zusammengesetzte Bewegung ausmachen sollen. 2. Da zwei Bewegungen desselben Punkts (von gleicher oder ungleicher Geschwindigkeit) in entgegengesetzter Richtung verbunden durch ihre Zusammensetzung eine dritte Bewegung in derselben Linie ausmachen sollen. 3. Da zwei Bewegungen eines Punkts, mit gleichen oder ungleichen Geschwindigkeiten, aber in verschiedenen Linien, die einen Winkel einschließen, als zusammengesetzt betrachtet werden.

Lehrsatz 1.

Die Zusammensetzung zweier Bewegungen eines und desselben Punkts kann nur dadurch gedacht werden, daß die eine derselben im absoluten Raume, statt der anderen aber eine, mit der gleichen Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung geschehende Bewegung des relativen Raums, als mit derselben einerlei, vorgestellt wird.

Beweis.

Erster Fall. Da zwei Bewegungen in ebenderselben Linie und Richtung einem und demselben Punkte zugleich zukommen.

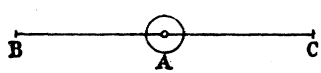


Es sollen in einer Geschwindigkeit der Bewegung zwei Geschwindigkeiten *AB* und *ab* als enthalten vorgestellt werden. Man nehme diese Geschwindigkeiten

für diesmal als gleich an, so daß $AB = ab$ ist, so sage ich, sie können in einem und demselben Raum (dem absoluten oder dem relativen) an demselben Punkte nicht zugleich vorgestellt werden. Denn weil die Linien AB und ab, welche die Geschwindigkeiten bezeichnen, eigentlich die Räume sind, welche sie in gleichen Zeiten durchlaufen, so würde die Zusammensetzung dieser Räume AB und $ab = BC$, mithin die Linie AC, als die Summe der Räume, die Summe beider Geschwindigkeiten ausdrücken müssen. Aber die Teile AB und BC stellen, jeder für sich, nicht die Geschwindigkeit $= ab$ vor; denn sie werden nicht in gleicher Zeit wie ab zurückgelegt. Also stellt auch die doppelte Linie AC, die in derselben Zeit zurückgelegt wird, wie die Linie ab, nicht die zwiefache Geschwindigkeit der letztern vor, welches doch verlangt wurde. Also läßt sich die Zusammensetzung zweier Geschwindigkeiten in einer Richtung in demselben Raume nicht anschaulich darstellen.

Dagegen, wenn der Körper A mit der Geschwindigkeit AB im absoluten Raume als bewegt vorgestellt wird, und ich gebe überdem dem relativen Raume eine Geschwindigkeit $ab = AB$ in entgegengesetzter Richtung $ba = CB$, so ist dieses ebendasselbe, als ob ich die letztere Geschwindigkeit dem Körper in der Richtung AB erteilt hätte (Grundsatz 1). Der Körper bewegt sich aber alsdenn in derselben Zeit durch die Summe der Linien AB und $BC = 2\,ab$, in welcher er die Linie $ab = AB$ allein würde zurückgelegt haben, und seine Geschwindigkeit ist doch als die Summe der zweien gleichen Geschwindigkeiten AB und ab vorgestellt, welches das ist, was verlangt wurde.

Zweiter Fall. Da zwei Bewegungen in gerade entgegengesetzten Richtungen an einem und demselben Punkte sollen verbunden werden.

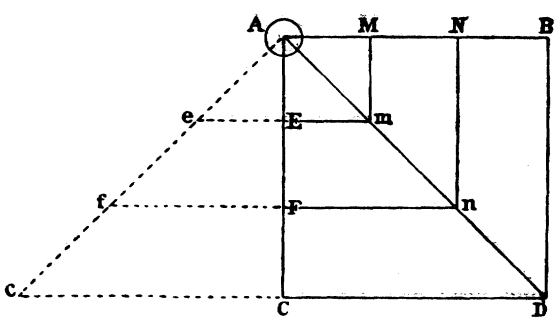


Es sei AB die eine dieser Bewegungen und AC die andere in entgegengesetzter Richtung, deren Geschwindigkeit wir hier der ersten gleich annehmen

wollen; so würde der Gedanke selbst, zwei solche Bewegungen in einem und demselben Raume an ebendemselben Punkte als zugleich vorzustellen, mithin der Fall einer solchen Zusammensetzung der Bewegungen selbst unmöglich sein, welches der Voraussetzung zuwider ist.

Dagegen denket euch die Bewegung AB im absoluten Raume, statt der Bewegung AC aber in demselben absoluten Raume die entgegengesetzte CA des relativen Raumes mit ebenderselben Geschwindigkeit, die (nach Grundsatz 1) der Bewegung AC völlig gleich gilt und also gänzlich an die Stelle derselben gesetzt werden kann; so lassen sich zwei gerade entgegengesetzte und gleiche Bewegungen desselben Punkts zu gleicher Zeit gar wohl darstellen. Weil nun der relative Raum mit derselben Geschwindigkeit $CA = AB$ in derselben Richtung mit dem Punkte A bewegt ist, so verändert dieser Punkt, oder der in ihm befindliche Körper, in Ansehung des relativen Raumes seinen Ort nicht, d. i. ein Körper, der nach zwei einander gerade entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit bewegt wird, ruhet, oder allgemein ausgedrückt: seine Bewegung ist der Differenz der Geschwindigkeiten in der Richtung der größeren gleich (welches sich aus dem Bewiesenen leicht folgern läßt).

Dritter Fall. Da zwei Bewegungen ebendesselben Punkts, nach Richtungen, die einen Winkel einschließen, verbunden vorgestellt werden.



Die zwei gegebenen Bewegungen sind AB und AC, deren Geschwindigkeit und Richtungen durch diese Linien, der Winkel aber, den die letztere einschließen, durch BAC ausgedrückt wird (er mag, wie hier, ein rechter, aber auch ein jeder beliebiger schiefer Winkel sein). Wenn nun diese zwei Bewegungen zugleich in den Richtungen AB und AC, und zwar in einem und demselben Raume geschehen sollen, so würden[a]) sie doch nicht in diesen beiden Linien AB und AC zugleich geschehen können, sondern nur in Linien, die diesen parallel laufen. Es würde also angenommen werden müssen: daß eine dieser Bewegungen in der anderen eine Veränderung (nämlich die Abbringung von der gegebenen Bahn) wirkte, wenngleich beiderseits Richtungen dieselbe blieben. Dieses ist aber der Voraussetzung des Lehrsatzes zuwider, welche unter dem Worte Zusammensetzung andeutet, daß beide gegebene Bewegungen in einer dritten enthalten, mithin mit dieser einerlei sein, und nicht daß, indem eine die andere verändert, sie eine dritte hervorbringen.

Dagegen nehme man die Bewegung AC als im absoluten Raume vor sich gehend an, anstatt der Bewegung AB aber die Bewegung des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung. Die Linie AC sei in drei gleiche Teile AE, EF, FC geteilt. Während daß nun der Körper A im absoluten Raume die Linie AE durchläuft, durchläuft der relative Raum, und mit ihm der Punkt E, den Raum $Ee = MA$; während daß der Körper die zwei Teile zusammen $= AF$ durchläuft, beschreibt der relative Raum und mit ihm der Punkt F, die Linie $Ff = NA$; während daß der Körper endlich die ganze Linie AC durchläuft, so beschreibt der[b]) Raum, und mit ihm der Punkt C, die Linie $Cc = BA$; welches alles ebendasselbe ist, als ob der Körper A in diesen drei Zeitteilen die Linien Em, Fn und $CD = AM$, AN, AB, und in der ganzen Zeit, darin er AC durchläuft, die Linie $CD = AB$ durchlaufen hätte. Also ist er im letzten Augenblicke im

a) „würde“ A′ A″ korr. A‴.
b) Hartenstein „der relative Raum“.

Punkte *D* und in dieser ganzen Zeit nach und nach in allen Punkten der Diagonallinie *AD*, welche also sowohl die Richtung, als Geschwindigkeit der zusammengesetzten Bewegung ausdrückt. —

Anmerkung 1.

Die geometrische Konstruktion erfodert, daß eine Größe mit der andern, oder zwei Größen in der Zusammensetzung mit einer dritten einerlei sein, nicht daß sie als Ursachen die dritte hervorbringen, welches die mechanische Konstruktion sein würde. Die völlige Ähnlichkeit und Gleichheit, sofern sie nur in der Anschauung erkannt werden kann, ist die Kongruenz. Alle geometrische Konstruktion der völligen Identität beruht auf Kongruenz. Diese Kongruenz zweier zusammenverbundenen Bewegungen mit einer dritten (als dem *motu composito* selbst) kann nun niemals Statt haben, wenn jene beide in einem und demselben Raume, z. B. dem relativen, vorgestellt werden. Daher sind alle Versuche, obigen Lehrsatz in seinen drei Fällen zu beweisen, immer nur mechanische Auflösungen gewesen, da man nämlich bewegende Ursachen, durch die eine gegebene Bewegung, mit einer andern verbunden, eine dritte hervorbringen ließ, nicht aber Beweise, daß jene mit dieser einerlei sind und sich, als solche, in der reinen Anschauung *a priori* darstellen lassen.

Anmerkung 2.

Wenn z. B. eine Geschwindigkeit *AB* doppelt genannt wird, so kann darunter nichts anders verstanden werden, als daß sie aus zwei einfachen und gleichen *AB* und *BC* (siehe Fig. 1) bestehe. Erklärt man aber eine doppelte Geschwindigkeit dadurch, daß man sagt: sie sei eine Bewegung, dadurch in derselben Zeit ein doppelt so großer Raum zurückgelegt wird, so wird hier etwas angenommen, was sich nicht von selbst versteht, nämlich: daß sich zwei gleiche Geschwindigkeiten ebenso verbinden lassen, als zwei gleiche Räume, und es ist nicht für sich klar, daß

eine gegebene Geschwindigkeit aus kleinern und eine Schnelligkeit aus Langsamkeiten ebenso bestehe, wie ein Raum aus kleineren; denn die Teile der Geschwindigkeit sind nicht außerhalb einander, wie die Teile des Raumes, und wenn jene als Größe betrachtet werden soll, so muß der Begriff ihrer Größe, da sie intensiv ist, auf andere Art konstruiert werden, als der in[a]) der extensiven Größe des Raumes. Diese Konstruktion ist aber auf keine andere Art möglich, als durch die mittelbare Zusammensetzung zweier gleichen Bewegungen, deren eine die des Körpers, die andere des relativen Raumes in entgegengesetzter Richtung, aber eben darum mit einer ihr gleichen Bewegung des Körpers in der vorigen Richtung völlig einerlei ist. Denn in derselben Richtung lassen sich zwei gleiche Geschwindigkeiten in einem Körper gar nicht zusammensetzen, als nur durch äußere bewegende Ursachen, z. B. ein Schiff, welches den Körper mit einer dieser Geschwindigkeiten trägt, indessen daß eine andere mit dem Schiffe unbeweglich verbundene bewegende Kraft dem Körper die zweite, der vorigen gleiche, Geschwindigkeit eindrückt; wobei doch immer vorausgesetzt werden muß, daß der Körper sich mit der ersten Geschwindigkeit in freier Bewegung erhalte, indem die zweite hinzukommt; welches ein Naturgesetz bewegender Kräfte ist, wovon gar nicht die Rede sein kann, wenn die Frage lediglich ist, wie der Begriff der Geschwindigkeit als eine[b]) Größe konstruieret werde. Soviel von der Hinzutuung der Geschwindigkeiten zueinander. Wenn aber von der Abziehung einer von der anderen die Rede ist, so läßt sich zwar diese letztere leicht denken, wenn einmal die Möglichkeit einer Geschwindigkeit als Größe durch Hinzutuung eingeräumt worden, aber jener Begriff läßt sich nicht so leicht konstruieren. Denn zu dem Ende müssen zwei entgegengesetzte Bewegungen in einem Körper verbunden werden; aber wie soll dieses geschehen? Unmittelbar, d. i. in Ansehung ebendesselben ruhenden Raumes ist

a) „der der intensiven Größe“ Ak. Ansg. Höfler.
b) „einer“ Höfler Ak. Ausg.

es unmöglich, sich zwei gleiche Bewegungen in entgegengesetzter Richtung an demselben Körper zu denken; aber die Vorstellung der Unmöglichkeit dieser beiden Bewegungen in einem Körper ist nicht der Begriff von der Ruhe desselben, sondern der Unmöglichkeit der Konstruktion dieser Zusammensetzung entgegengesetzter Bewegungen, die doch im Lehrsatz als möglich angenommen wird. Diese Konstruktion ist aber nicht anders möglich, als durch die Verbindung der Bewegung des Körpers mit der Bewegung des Raums, wie gewiesen worden. Endlich, was die Zusammensetzung zweier Bewegungen, deren Richtung einen Winkel einschließt, betrifft, so läßt sie sich an dem Körper, in Beziehung auf einen und denselben Raum, gleichfalls nicht denken, wenn man nicht gar eine derselben durch äußere kontinuierlich einfließende Kraft (z. E. ein den Körper forttragendes Fahrzeug) gewirkt, die andern als sich selbst hiebei unverändert erhaltend annimmt, oder überhaupt: man muß bewegende Kräfte und Erzeugung einer dritten Bewegung aus zwei vereinigten Kräften zum Grunde legen, welches zwar die mechanische Ausführung dessen, was ein Begriff enthält, aber nicht die mathematische Konstruktion derselben ist, die nur anschaulich machen soll, was das Objekt (als Quantum) sei, nicht, wie es durch Natur oder Kunst vermittelst gewisser Werkzeuge und Kräfte hervorgebracht werden könne. — Die Zusammensetzung der Bewegungen, um ihr Verhältnis zu andern als Größe zu bestimmen, muß nach den Regeln der Kongruenz geschehen, welches in allen dreien Fällen nur vermittelst der Bewegung des Raums, die mit einer der zwei gegebenen Bewegungen kongruiert, und dadurch beide mit der zusammengesetzten kongruieren, möglich ist.

Anmerkung 3.

Phoronomie, nicht als reine Bewegungslehre, sondern bloß als reine Größenlehre der Bewegung, in welcher die Materie nach keiner Eigenschaft mehr,

als der bloßen Beweglichkeit gedacht wird, enthält also nichts mehr, als bloß diesen einzigen, durch die angeführte drei Fälle geführten Lehrsatz von der Zusammensetzung der Bewegung, und zwar von der Möglichkeit der geradlinichten Bewegung allein, nicht der krummlinichten. Denn weil in dieser die Bewegung kontinuierlich (der Richtung nach) verändert wird, so muß eine Ursache dieser Veränderung, welche nun nicht der bloße Raum sein kann, herbeigezogen werden. Daß man aber gewöhnlich unter der Benennung der zusammengesetzten Bewegung nur den einzigen Fall, da die Richtungen derselben einen Winkel einschließen, verstand, dadurch ward zwar wohl eben nicht der Physik, wohl aber dem Prinzip der Einteilung einer reinen philosophischen Wissenschaft überhaupt einiger Abbruch getan. Denn was die erstere betrifft, so lassen sich alle im obigen Lehrsatze behandelte drei Fälle im dritten allein hinreichend darstellen. Denn wenn der Winkel, den die zwei gegebenen Bewegungen einschließen, als unendlich klein gedacht wird, so enthält er den ersten; wird er aber als von einer einzigen geraden Linie nur unendlich wenig unterschieden vorgestellt, so enthält er den zweiten Fall; so daß sich freilich in dem bekannten Lehrsatze der zusammengesetzten Bewegung alle drei von uns genannte Fälle, als in einer allgemeinen Formel, geben lassen. Man konnte aber auf diese Art nicht wohl die Größenlehre der Bewegung nach ihren Teilen *a priori* einsehen lernen, welches in mancher Absicht auch seinen Nutzen hat.

Hat jemand Lust, die gedachten drei Teile des allgemeinen phoronomischen Lehrsatzes an das Schema der Einteilung aller reinen Verstandesbegriffe, namentlich hier der des Begriffs der Größe zu halten, so wird er bemerken: daß, da der Begriff einer Größe jederzeit den der Zusammensetzung des Gleichartigen enthält, die Lehre der Zusammensetzung der Bewegungen zugleich die reine Größenlehre derselben sei, und zwar nach allen drei Momenten, die der Raum an die Hand gibt, der Einheit der Linie und

Richtung, der Vielheit der Richtungen in einer und derselben Linie, endlich der Allheit der Richtungen sowohl, als der Linien, nach denen die Bewegung geschehen mag, welches die Bestimmung aller möglichen Bewegung als eines Quantum enthält, wiewohl die Quantität derselben (an einem beweglichen Punkte) bloß in der Geschwindigkeit besteht. Diese Bemerkung hat nur in der Transzendentalphilosophie ihren Nutzen.

Zweites Hauptstück.[a])

Metaphysische Anfangsgründe

der

Dynamik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt. Einen Raum erfüllen, heißt allem Beweglichen widerstehen, das durch seine Bewegung in einen gewissen Raum einzudringen bestrebt ist. Ein Raum der nicht erfüllt ist, ist ein leerer Raum.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dynamische Erklärung des Begriffs der Materie. Sie setzt die phoronomische voraus, aber tut eine Eigenschaft hinzu, die sich als Ursache auf eine Wirkung bezieht, nämlich das Vermögen, einer Bewegung innerhalb eines gewissen Raumes zu widerstehen, wovon in der vorhergehenden Wissenschaft gar nicht die Rede sein mußte, selbst nicht, wenn man es mit Bewegungen eines und desselben Punktes in entgegengesetzten Richtungen zu tun

a) Zweites Hauptstück der Metaphysischen usw. A'A"A'".

hatte. Diese Erfüllung des Raums hält einen gewissen Raum von dem Eindringen irgendeines anderen beweglichen frei, wenn seine Bewegung auf irgendeinen Ort in diesem Raume hingerichtet ist. Worauf nun der nach allen Seiten gerichtete Widerstand der Materie beruhe, und was er sei, muß noch untersucht werden. Soviel sieht man aber schon aus der obigen Erklärung: daß die Materie hier nicht so betrachtet wird, wie sie widersteht, wenn sie aus ihrem Orte getrieben und also selbst bewegt werden soll (dieser Fall wird künftig, als mechanischer Widerstand, noch in Erwägung kommen), sondern wenn bloß der Raum ihrer eigenen Ausdehnung verringert werden soll. Man bedient sich des Worts: einen Raum einnehmen, d. i. in allen Punkten desselben unmittelbar gegenwärtig sein, um die Ausdehnung eines Dinges im Raume dadurch zu bezeichnen. Weil aber in diesem Begriffe nicht bestimmt ist, welche Wirkung, oder ob gar überall eine Wirkung aus dieser Gegenwart entspringe, ob andern zu widerstehen, die hineinzudringen bestrebt sein, oder ob es bloß einen Raum ohne Materie bedeute, sofern er ein Inbegriff mehrerer Räume ist, wie man von jeder geometrischen Figur sagen kann: sie nimmt einen Raum ein (sie ist ausgedehnt), oder ob wohl gar im Raume etwas sei, was ein anderes Bewegliche nötigt, tiefer in denselben einzudringen (andere anzieht); weil, sage ich, durch den Begriff des Einnehmens eines Raumes dieses alles unbestimmt ist, so ist: einen Raum erfüllen, eine nähere Bestimmung des Begriffs: einen Raum einnehmen.

Lehrsatz 1.

Die Materie erfüllt einen Raum, nicht durch ihre bloße Existenz, sondern durch eine besondere bewegende Kraft.

Beweis.

Das Eindringen in einen Raum (im Anfangsaugenblicke heißt solches die Bestrebung, einzudringen) ist eine Bewegung. Der Widerstand gegen Bewegung

ist die Ursache der Verminderung, oder auch Veränderung derselben in Ruhe. Nun kann mit keiner Bewegung etwas verbunden werden, was sie vermindert oder aufhebt, als eine andere Bewegung ebendesselben Beweglichen in entgegengesetzter Richtung (Phoron. Lehrs.). Also ist der Widerstand, den eine Materie in dem Raum, den sie erfüllt, allem Eindringen anderer leistet, eine Ursache der Bewegung der letzteren in entgegengesetzter Richtung. Die Ursache einer Bewegung heißt aber bewegende Kraft. Also erfüllet die Materie ihren Raum durch bewegende Kraft, und nicht durch ihre bloße Existenz.

Anmerkung.

Lambert und andere nannten die Eigenschaft der Materie, da sie einen Raum erfüllt, die Solidität (ein ziemlich vieldeutiger Ausdruck) und wollen, man müsse sie an jedem Dinge, was existiert (Substanz), annehmen, wenigstens in der äußeren Sinnenwelt. Nach ihren Begriffen müßte die Anwesenheit von etwas Reellem im Raume diesen Widerstand schon durch seinen Begriff, mithin nach dem Satze des Widerspruchs bei sich führen und es machen, daß nichts anderes in dem Raume der Anwesenheit eines solchen Dinges zugleich sein könne. Allein der Satz des Widerspruchs treibt keine Materie zurück, welche anrückt, um in einen Raum einzudringen, in welchem eine andere anzutreffen ist. Nur alsdann, wenn ich dem, was einen Raum einnimmt, eine Kraft beilege, alles äußere Bewegliche, welches sich annähert, zurückzutreiben, verstehe ich, wie es einen Widerspruch enthalte, daß in den Raum, den ein Ding einnimmt, noch ein anderes von derselben Art eindringe. Hier hat der Mathematiker etwas als ein erstes Datum der Konstruktion des Begriffs einer Materie, welches sich selbst nicht weiter konstruieren lasse, angenommen. Nun kann er zwar von jedem beliebigen Dato seine Konstruktion eines Begriffs anfangen, ohne sich darauf einzulassen, dieses Datum auch wiederum zu erklären; darum aber ist er doch nicht befugt, jenes

für etwas aller mathematischen Konstruktion ganz Unfähiges zu erklären, um dadurch das Zurückgehen zu den ersten Prinzipien in der Naturwissenschaft zu hemmen.

Erklärung 2.

Anziehungskraft ist diejenige bewegende Kraft, wodurch eine Materie die Ursache der Annäherung anderer zu ihr sein kann (oder, welches einerlei ist, dadurch sie der Entfernung anderer von ihr widersteht).

Zurückstoßungskraft ist diejenige, wodurch eine Materie Ursache sein kann, andere von sich zu entfernen (oder, welches einerlei ist, wodurch sie der Annäherung anderer zu ihr widersteht). Die letztere werden wir auch zuweilen treibende, so wie die erstere ziehende Kräfte[a]) nennen.

Zusatz.

Es lassen sich nur diese zwei bewegende Kräfte der Materie denken. Denn alle Bewegung, die eine Materie einer anderen eindrücken kann, da in dieser Rücksicht jede derselben nur wie ein Punkt betrachtet wird, muß jederzeit als in der geraden Linie zwischen zweien Punkten erteilt angesehen werden. In dieser geraden Linie aber sind nur zweierlei Bewegungen möglich: die eine, dadurch sich jene Punkte voneinander entfernen, die zweite, dadurch sie sich einander nähern. Die Kraft aber, die die Ursache der ersteren Bewegung ist, heißt Zurückstoßungs- und die der zweiten Anziehungskraft. Also können nur diese zwei Arten von Kräften, als solche, worauf alle Bewegungskräfte in der materiellen Natur zurückgeführt werden müssen, gedacht werden.

---

a) „Kraft“ Höfler Ak. Ausg.

Lehrsatz 2.

Die Materie erfüllet ihre Räume durch repulsive Kräfte aller ihrer Teile, d. i. durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, die einen bestimmten Grad hat, über den kleinere oder größere ins Unendliche können gedacht werden.

Beweis.

Die Materie erfüllet einen Raum nur durch bewegende Kraft (Lehrs. 1)[a], und zwar eine solche, die dem Eindringen anderer, d. i. der Annäherung widersteht. Nun ist diese eine zurückstoßende Kraft. (Erklärung 2.) Also erfüllet die Materie ihren Raum nur durch zurückstoßende Kräfte, und zwar aller ihrer Teile, weil sonst ein Teil ihres Raums (wider die Voraussetzung) nicht erfüllet, sondern nur eingeschlossen sein würde. Die Kraft aber eines Ausgedehnten vermöge der Zurückstoßung aller seiner Teile ist eine Ausdehnungskraft (expansive). Also erfüllet die Materie ihren Raum nur durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft; welches das erste war. Über jede gegebene Kraft muß eine größere gedacht werden können; denn die, über welche keine größere möglich ist, würde eine solche sein, wodurch in einer endlichen Zeit ein unendlicher Raum zurückgelegt werden würde (welches unmöglich ist). Es muß ferner unter jeder gegebenen bewegenden Kraft eine kleinere gedacht werden können (denn die kleinste würde die sein, durch deren unendliche Hinzutuung zu sich selbst eine jede gegebene Zeit hindurch keine endliche Geschwindigkeit erzeugt werden könnte, welches aber den Mangel aller bewegenden Kraft bedeutet). Also muß unter einem jeden gegebenen Grad einer bewegenden Kraft immer noch ein kleinerer gegeben werden können; welches das zweite ist. Mithin

a) Lehrsatz 2 A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

hat die Ausdehnungskraft, womit jede Materie ihren Raum erfüllt, ihren Grad, der niemals der größte oder kleinste ist, sondern über den ins Unendliche sowohl größere, als kleinere können gefunden werden.

Zusatz 1.

Die expansive Kraft einer Materie nennt man auch Elastizität. Da nun jene der Grund ist, worauf die Erfüllung des Raumes, als eine wesentliche Eigenschaft aller Materie, beruht, so muß diese Elastizität ursprünglich heißen; weil sie von keiner anderen Eigenschaft der Materie abgeleitet werden kann. Alle Materie ist demnach ursprünglich elastisch.

Zusatz 2.

Weil über jede ausdehnende Kraft eine größere bewegende Kraft gefunden werden kann, diese aber auch jener entgegenwirken kann, wodurch sie alsdenn den Raum der letzteren verengen würde, den diese zu erweitern trachtet, in welchem Falle die erstere eine zusammendrückende Kraft heißen würde; so muß auch für jede Materie eine zusammendrückende Kraft gefunden werden können, die sie von einem jeden Raum, den sie erfüllt, in einen engeren Raum zu treiben vermag.

Erklärung 3.

Eine Materie durchdringt in ihrer Bewegung eine andere, wenn sie durch Zusammendrückung den Raum ihrer Ausdehnung völlig aufhebt.

Anmerkung.

Wenn in einem mit Luft angefüllten Stiefel einer Luftpumpe der Kolben dem Boden immer näher getrieben wird, so wird die Luftmaterie zusammengedrückt. Könnte nun diese Zusammendrückung so weit getrieben werden, daß der Kolben den Boden

völlig berührte (ohne daß das mindeste von Luft entwischt wäre), so würde die Luftmaterie durchdrungen sein; denn die Materien, zwischen denen sie ist, lassen keinen Raum für sie übrig, und sie wäre also zwischen dem Kolben und Boden anzutreffen, ohne doch einen Raum einzunehmen. Diese Durchdringlichkeit der Materie durch äußere zusammendrückende Kräfte, wenn jemand eine solche annehmen oder auch nur denken wollte, würde die mechanische heißen können. Ich habe Ursache, durch eine solche Einschränkung diese Durchdringlichkeit der Materie von einer andern zu unterscheiden, deren Begriff vielleicht ebenso unmöglich als der erstere ist, von der ich aber doch künftig etwas anzumerken Anlaß haben möchte.

Lehrsatz 3.

Die Materie kann ins Unendliche zusammengedrückt, aber niemals von einer Materie, wie groß auch die drückende Kraft derselben sei, durchdrungen werden.

Beweis.

Eine ursprüngliche Kraft, womit eine Materie sich über einen gegebenen Raum, den sie einnimmt, allerwärts auszudehnen trachtet, muß, in einen kleineren Raum eingeschlossen, größer, und in einen unendlich kleinen Raum zusammengepreßt, unendlich sein. Nun kann für gegebene ausdehnende Kraft der Materie eine größere zusammendrückende gefunden werden, die diese in einen engeren Raum zwingt, und so ins Unendliche; welches das erste war. Zum Durchdringen der Materie aber würde eine Zusammentreibung derselben in einen unendlich kleinen Raum, mithin eine unendlich zusammendrückende Kraft erfodert, welche unmöglich ist. Also kann eine Materie durch Zusammendrückung von keiner anderen durchdrungen werden; welches das zweite ist.

Anmerkung.

Ich habe in diesem Beweise gleich zu Anfangs angenommen, daß eine ausdehnende Kraft, je mehr sie in die Enge getrieben worden, desto stärker entgegenwirken müsse. Dieses würde nun zwar nicht so für jede Art elastischer Kräfte, die nur abgeleitet sind, gelten; aber bei der Materie, sofern ihr als Materie überhaupt, die einen Raum erfüllt, wesentliche Elastizität zukommt, läßt sich dieses postulieren. Denn expansive Kraft aus allen Punkten nach allen Seiten hin ausgeübt, macht sogar den Begriff derselben aus. Ebendasselbe Quantum aber, von ausspannenden Kräften in einen engeren Raum gebracht, muß in jedem Punkte desselben soviel stärker zurücktreiben, soviel umgekehrt der Raum kleiner ist, in welchem ein gewisses Quantum von Kraft seine Wirksamkeit verbreitet.

Erklärung 4.

Die Undurchdringlichkeit der Materie, die auf dem Widerstande beruht, der mit den Graden der Zusammendrückung proportionierlich wächst, nenne ich die relative; diejenige aber, welche auf der Voraussetzung beruht, daß die Materie, als solche, gar keiner Zusammendrückung fähig sei, heißt die absolute Undurchdringlichkeit. Die Erfüllung des Raumes mit absoluter Undurchdringlichkeit kann die mathematische, die mit blos relativer die dynamische Erfüllung des Raums heißen.

Anmerkung 1.

Nach dem bloß mathematischen Begriffe der Undurchdringlichkeit (der keine bewegende Kraft als ursprünglich der Materie eigen voraussetzt), ist keine Materie einer Zusammendrückung fähig, als sofern sie leere Räume in sich enthält; mithin die Materie als Materie widersteht allem Eindringen schlechterdings

und mit absoluter Notwendigkeit. Nach unserer Erörterung dieser Eigenschaft aber beruht die Undurchdringlichkeit auf einem physischen Grunde; denn die ausdehnende Kraft macht sie selbst, als ein Ausgedehntes, das seinen Raum erfüllt, allererst möglich. Da aber diese Kraft einen Grad hat, welcher überwältigt, mithin der Raum der Ausdehnung verringert, d. i. in denselben bis auf ein gewisses Maß von einer gegebenen zusammendrückenden Kraft eingedrungen werden kann, doch so, daß die gänzliche Durchdringung, weil sie eine unendliche zusammendrückende Kraft erfodern würde, unmöglich ist, so muß die Erfüllung des Raums nur als relative Undurchdringlichkeit angesehen werden.

Anmerkung 2.

Die absolute Undurchdringlichkeit ist in der Tat nichts mehr oder weniger, als *qualitas occulta*. Denn man frägt, was die Ursache sei, daß Materien einander in ihrer Bewegung nicht durchdringen können, und bekommt die Antwort: weil sie undurchdringlich sind. Die Berufung auf zurücktreibende Kraft ist von diesem Vorwurfe frei. Denn ob diese gleich ihrer Möglichkeit nach auch nicht weiter erklärt werden kann, mithin als Grundkraft gelten muß, so gibt sie doch einen Begriff von einer wirkenden Ursache und ihren Gesetzen, nach welchen die Wirkung, nämlich der Widerstand in dem erfülleten Raum, ihren Graden nach geschätzt werden kann.

Erklärung 5.

Materielle Substanz ist dasjenige im Raume, was für sich, d. i. abgesondert von allem anderen, was außer ihm im Raume existiert, beweglich ist. Die Bewegung eines Teils der Materie, dadurch sie aufhört, ein Teil zu sein, ist die Trennung. Die Trennung der Teile einer Materie ist die physische Teilung.

Anmerkung.

Der Begriff einer Substanz bedeutet das letzte Subjekt der Existenz, d. i. dasjenige, was selbst nicht wiederum bloß als Prädikat zur Existenz eines anderen gehört. Nun ist Materie das Subjekt alles dessen, was im Raume zur Existenz der Dinge gezählt werden mag; denn außer ihr würde sonst kein Subjekt gedacht werden können, als der Raum selbst, welcher aber ein Begriff ist, der noch gar nichts Existierendes, sondern bloß die notwendigen Bedingungen der äußeren Relation möglicher Gegenstände äußerer Sinne enthält. Also ist Materie, als das Bewegliche im Raume, die Substanz in demselben. Aber ebenso werden auch alle Teile derselben, sofern man von ihnen nur sagen kann, daß sie selbst Subjekte und nicht bloß Prädikate von anderen Materien sein, Substanzen, mithin selbst wiederum Materie heißen müssen. Sie sind aber selbst Subjekte, wenn sie für sich beweglich und also auch außer der Verbindung mit anderen Nebenteilen etwas im Raume Existierendes sind. Also ist die eigene Beweglichkeit der Materie, oder irgendeines Teils derselben, zugleich ein Beweis dafür, daß dieses Bewegliche und ein jeder bewegliche Teil desselben Substanz sei.

Lehrsatz 4.

Die Materie ist ins Unendliche teilbar, und zwar in Teile, deren jeder wiederum Materie ist.

Beweis.

Die Materie ist undurchdringlich, und zwar durch ihre ursprüngliche Ausdehnungskraft (Lehrs. 3), diese aber ist nur die Folge der repulsiven Kräfte eines jeden Punkts in einem von Materie erfüllten Raum. Nun ist der Raum, den die Materie erfüllet, ins Unendliche mathematisch teilbar, d. i. seine Teile können ins Unendliche unterschieden, obgleich nicht bewegt, folglich auch nicht getrennt werden (nach Beweisen der Geometrie). In einem mit Materie erfülleten Raume

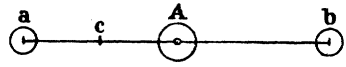
aber enthält jeder Teil desselben repulsive Kraft, allen übrigen nach allen Seiten entgegenzuwirken, mithin sie zurückzutreiben, und von ihnen ebensowohl zurückgetrieben, d. i. zur Entfernung von demselben bewegt zu werden. Mithin ist ein jeder Teil eines durch Materie erfüllten Raums für sich selbst beweglich, folglich trennbar von den übrigen, als materielle Substanz durch physische Teilung. So weit sich also die mathematische Teilbarkeit des Raumes, den eine Materie erfüllt, erstreckt, soweit erstreckt sich auch die mögliche physische Teilung der Substanz, die ihn erfüllt. Die mathematische Teilbarkeit aber geht ins Unendliche, folglich auch die physische, d. i. alle Materie ist ins Unendliche teilbar, und zwar in Teile, deren jeder selbst wiederum materielle Substanz ist.

Anmerkung 1.

Durch den Beweis der unendlichen Teilbarkeit des Raums ist die der Materie lange noch nicht bewiesen, wenn nicht vorher dargetan worden: daß in jedem Teile des Raumes materielle Substanz sei, d. i. für sich bewegliche Teile anzutreffen sind. Denn wollte ein Monadist annehmen, die Materie bestände aus physischen Punkten, deren ein jeder zwar (eben darum) keine beweglichen Teile habe, aber dennoch durch bloße repulsive Kraft einen Raum erfüllete, so würde er gestehen können, daß zwar dieser Raum, aber nicht die Substanz, die in ihm wirkt, mithin zwar die Sphäre der Wirksamkeit der letzteren, aber nicht das wirkende bewegliche Subjekt selbst durch die Teilung des Raums zugleich geteilt werde. Also würde er die Materie aus physisch unteilbaren Teilen zusammensetzen, und sie doch auf dynamische Art einen Raum einnehmen lassen.

Durch den obigen Beweis aber ist dem Monadisten diese Ausflucht gänzlich benommen. Denn daraus ist klar, daß in einem erfülleten Raume kein Punkt sein könne, der nicht selbst nach allen Seiten Zurückstoßung ausübete, so wie er zurückgestoßen wird, mithin als ein außer jedem anderen zurückstoßenden Punkte befindliches gegenwirkendes Subjekt an sich

selbst beweglich wäre, und daß die Hypothese eines Punkts, der durch bloße treibende Kraft, und nicht vermittelst anderer gleichfalls zurückstoßenden Kräfte, einen Raum erfüllete, gänzlich unmöglich sei. Um dieses und dadurch auch den Beweis des vorhergehenden Lehrsatzes anschaulich zu machen, nehme man



an, A sei der Ort einer Monas im Raume, ab sei der Durchmesser der Sphäre ihrer repulsiven Kraft, mithin aA der Halbmesser derselben, so ist zwischen a, wo dem Eindringen einer äußeren Monade in den Raum, den jene Sphäre einnimmt, widerstanden wird, und dem Mittelpunkte derselben A, ein Punkt c anzugeben möglich (laut der unendlichen Teilbarkeit des Raumes). Wenn nun A demjenigen, was in a einzudringen trachtet, widersteht, so muß auch c den beiden Punkten A und a widerstehen. Denn wäre dieses nicht, so würden sie sich einander ungehindert nähern, folglich A und a im Punkte c zusammentreffen, d. i. der Raum würde durchdrungen werden. Also muß in c etwas sein, was dem Eindringen von A und a widersteht und also die Monas A zurücktreibt, sowie es auch von ihr zurückgetrieben wird. Da nun Zurücktreiben ein Bewegen ist, so ist c etwas Bewegliches im Raum, mithin Materie, und der Raum zwischen A und a konnte nicht durch die Sphäre der Wirksamkeit einer einzigen Monade angefüllt sein, also auch nicht der Raum zwischen c und A, und so ins Unendliche.

Wenn Mathematiker die repulsiven Kräfte der Teile elastischer Materien, bei größerer oder kleinerer Zusammendrückung derselben, als nach einer gewissen Proportion ihrer Entfernungen voneinander abnehmend oder zunehmend sich vorstellen, z. B. daß die kleinsten Teile der Luft sich in umgekehrtem Verhältnis ihrer Entfernungen voneinander zurücktreiben, weil die Elastizität derselben in umgekehrtem Verhältnis der Räume steht, darin sie zusammengedrückt werden, so verfehlt man gänzlich ihren Sinn und mißdeutet ihre

Sprache, wenn man das, was zum Verfahren der Konstruktion eines Begriffs notwendig gehört, dem Begriffe im Objekt selbst beiliegt. Denn nach jenem kann eine jede Berührung als eine unendlich kleine Entfernung vorgestellt werden; welches in solchen Fällen auch notwendig geschehen muß, wo ein großer oder kleiner Raum durch ebendieselbe Quantität der Materie, d. i. einerlei Quantum repulsiver Kräfte, als ganz erfüllt vorgestellt werden soll. Bei einem ins Unendliche Teilbaren darf darum dennoch keine wirkliche Entfernung der Teile, die bei aller Erweiterung des Raums des Ganzen immer ein Kontinuum ausmachen, angenommen werden, obgleich die Möglichkeit dieser Erweiterung nur unter der Idee einer unendlich kleinen Entfernung anschaulich gemacht werden kann.

Anmerkung 2.

Die Mathematik kann zwar in ihrem inneren Gebrauche in Ansehung der Schikane einer verfehlten Metaphysik ganz gleichgültig sein, und im sicheren Besitz ihrer evidenten Behauptungen von der unendlichen Teilbarkeit des Raumes beharren, was für Einwürfe auch eine an bloßen Begriffen klaubende Vernünftelei dagegen auf die Bahn bringen mag; allein in der Anwendung ihrer Sätze, die vom Raume gelten, auf Substanz, die ihn[a]) erfüllt, muß sie sich doch auf Prüfung nach bloßen Begriffen, mithin auf Metaphysik einlassen. Obiger Lehrsatz ist schon ein Beweis davon. Denn es folgt nicht notwendig, daß Materie ins Unendliche physisch teilbar sei, wenn sie es gleich in mathematischer Absicht ist, wenngleich ein jeder Teil des Raums wiederum ein Raum ist, und also immer Teile außerhalb einander in sich faßt, woferne nicht bewiesen werden kann, daß in jedem aller möglichen Teile dieses erfülleten Raumes auch Substanz sei, die folglich auch, abgesondert von allen übrigen, als für sich beweglich existiere. Also fehlete doch bisher dem

a) „sie“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

mathematischen Beweise noch etwas, ohne welches er auf die Naturwissenschaft keine sichere Anwendung haben konnte, und diesem Mangel ist in obstehendem Lehrsatz abgeholfen worden. Was nun aber die übrigen Angriffe der Metaphysik auf den nunmehro physischen Lehrsatz der unendlichen Teilbarkeit der Materie betrifft, so muß sie der Mathematiker gänzlich dem Philosophen überlassen, der ohnedem durch diese Einwürfe sich selbst in ein Labyrinth begibt, woraus es ihm schwer wird, auch in denen ihn unmittelbar angehenden Fragen sich herauszufinden, und also mit sich selbst genug zu tun hat, ohne daß der Mathematiker sich in dieses Geschäfte dürfte einflechten lassen. Wenn nämlich die Materie ins Unendliche teilbar ist, so (schließt der dogmatische Metaphysiker) besteht sie aus einer unendlichen Menge von Teilen; denn ein Ganzes muß doch alle die Teile zum voraus insgesamt schon in sich enthalten, in die es geteilt werden kann. Der letztere Satz ist auch von einem jeden Ganzen, als Ding an sich selbst, ungezweifelt gewiß, mithin, da man doch nicht einräumen kann, die Materie, ja gar selbst nicht einmal der Raum, bestehe aus unendlich viel Teilen (weil es ein Widerspruch ist, eine unendliche Menge, deren Begriff es schon mit sich führt, daß sie niemals vollendet vorgestellt werden könne, sich als ganz vollendet zu denken), so müsse man sich zu einem entschließen, entweder dem Geometer zum Trotz zu sagen: der Raum ist nicht ins Unendliche teilbar, oder dem Metaphysiker zur Ärgernis: der Raum ist keine Eigenschaft eines Dinges an sich selbst, und also die Materie kein Ding an sich selbst, sondern bloße Erscheinung unserer äußeren Sinne überhaupt, sowie der Raum die wesentliche Form derselben.

Hier gerät nun der Philosoph in ein Gedränge zwischen den Hörnern eines gefährlichen Dilemms. Den ersteren Satz: daß der Raum ins Unendliche teilbar sei, abzuleugnen, ist ein leeres Unterfangen, denn Mathematik läßt sich nichts wegvernünfteln; Materie aber als Ding an sich selbst, mithin den Raum als Eigenschaft der Dinge an sich selbst an-

sehen und dennoch[a]) jenen Satz ableugnen, ist einerlei. Er sieht sich also notgedrungen, von der letzteren Behauptung, so gemein und dem gemeinen Verstande gemäß sie auch sei, abzugehen, aber natürlicherweise nur unter dem Beding, daß man ihn auf den Fall, daß er Materie und Raum nur zur Erscheinung (mithin letzteren nur zur Form unserer äußerer sinnlichen Anschauung, also beide nicht zu Sachen an sich, sondern nur zu subjektiven Vorstellungsarten uns an sich unbekannter Gegenstände) machte, alsdenn auch aus jener Schwierigkeit, wegen unendlicher Teilbarkeit der Materie, wobei sie doch nicht aus unendlich viel Teilen bestehe, heraushelfe. Dieses letztere läßt sich nun ganz wohl durch die Vernunft denken, obgleich unmöglich anschaulich machen und konstruieren. Denn was nur dadurch wirklich ist, daß es in der Vorstellung gegeben ist, davon ist auch nicht mehr gegeben, als so viel in der Vorstellung angetroffen wird, d. i. so weit der Progressus der Vorstellungen reicht. Also von Erscheinungen, deren Teilung ins Unendliche geht, kann man nur sagen, daß der Teile der Erscheinung so viel sind, als wir deren nur geben, d. i. so weit wir nur immer teilen mögen. Denn die Teile, als zur Existenz einer Erscheinung gehörig, existieren nur in Gedanken, nämlich in der Teilung selbst. Nun geht zwar die Teilung ins Unendliche, aber sie ist doch niemals als unendlich gegeben; also folgt daraus nicht, daß das Teilbare eine unendliche Menge Teile an sich selbst und außer unserer Vorstellung in sich enthalte, darum, weil seine Teilung ins Unendliche geht. Denn es ist nicht das Ding, sondern nur diese Vorstellung desselben, deren Teilung, ob sie zwar ins Unendliche fortgesetzt werden kann, und im Objekte (das an sich unbekannt ist), dazu auch ein Grund ist, dennoch niemals vollendet, folglich ganz gegeben werden kann, und also auch keine wirkliche unendliche Menge im Objekte (als die ein ausdrücklicher Widerspruch sein würde), beweiset. Ein großer Mann, der vielleicht mehr als sonst jemand das Ansehen der Mathematik

a) „demnach?“

in Deutschland zu erhalten beiträgt, hat mehrmalen die metaphysischen Anmaßungen, Lehrsätze der Geometrie von der unendlichen Teilbarkeit des Raumes umzustoßen, durch die gegründete Erinnerung abgewiesen: daß der Raum nur zu der Erscheinung äußerer Dinge gehöre; allein er ist nicht verstanden worden. Man nahm diesen Satz so, als ob er sagen wollte: der Raum erscheine uns selbst, sonst sei er eine Sache oder Verhältnis der Sachen an sich selbst, der Mathematiker betrachtete ihn aber nur wie er erscheint; anstatt daß sie darunter hätten verstehen sollen, der Raum sei gar keine Eigenschaft, die irgendeinem Dinge außer unseren Sinnen an sich anhängt, sondern nur die subjektive Form unserer Sinnlichkeit, unter welcher uns Gegenstände äußerer Sinne, die wir, wie sie an sich beschaffen sind, nicht kennen, erscheinen, welche Erscheinung wir denn Materie nennen. Bei jener Mißdeutung dachte man sich den Raum immer noch als eine den Dingen auch außer unserer Vorstellungskraft anhängende Beschaffenheit, die sich aber der Mathematiker nur nach gemeinen Begriffen, d. i. verworren denkt (denn so erklärt man gemeinhin Erscheinung), und schrieb also den mathematischen Lehrsatz von der unendlichen Teilbarkeit der Materie, einen Satz, der die höchste Deutlichkeit in dem Begriffe des Raums voraussetzt, einer verworrenen Vorstellung vom Raume, die der Geometer zum Grunde legte, zu, wobei es denn dem Metaphysiker unbenommen blieb, den Raum aus Punkten und die Materie aus einfachen Teilen zusammenzusetzen und so (seiner Meinung nach) Deutlichkeit in diesen Begriff zu bringen. Der Grund dieser Verirrung liegt in einer übelverstandenen Monadologie, die gar nicht zur Erklärung der Naturerscheinungen gehört, sondern ein von Leibnizen ausgeführter, an sich richtiger platonischer Begriff von der Welt ist, sofern sie gar nicht als Gegenstand der Sinne, sondern als Ding an sich selbst betrachtet, bloß ein Gegenstand des Verstandes ist, der aber doch den Erscheinungen der Sinne zugrunde liegt. Nun muß freilich das Zusammengesetzte der Dinge an sich selbst aus dem Einfachen be-

stehen; denn die Teile müssen hier vor aller Zusammensetzung gegeben sein. Aber das Zusammengesetzte in der Erscheinung besteht nicht aus dem Einfachen, weil in der Erscheinung, die niemals anders als zusammengesetzt (ausgedehnt) gegeben werden kann, die Teile nur durch Teilung und also nicht vor dem Zusammengesetzten, sondern nur in demselben gegeben werden können. Daher war Leibnizens Meinung, soviel ich einsehe, nicht, den Raum durch die Ordnung einfacher Wesen nebeneinander zu erklären, sondern ihm vielmehr diese als korrespondierend, aber zu einer bloß intelligibeln (für uns unbekannten) Welt gehörig zur Seite zu setzen, und nichts anderes zu behaupten, als was anderwärts gezeigt worden, nämlich daß der Raum samt der Materie, davon er die Form ist, nicht die Welt von Dingen an sich selbst, sondern nur die Erscheinung derselben enthalte und selbst nur die Form unserer äußern sinnlichen Anschauung sei.

Lehrsatz 5.

Die Möglichkeit der Materie erfodert eine Anziehungskraft, als die zweite wesentliche Grundkraft derselben.

Beweis.

Die Undurchdringlichkeit, als die Grundeigenschaft der Materie, wodurch sie sich als etwas Reales im Raume unseren äußeren Sinnen zuerst offenbart, ist nichts als das Ausdehnungsvermögen der Materie (Lehrsatz 2)[a]. Nun kann eine wesentliche bewegende Kraft, dadurch die Teile der Materie einander fliehen, erstlich nicht durch sich selbst eingeschränkt werden, weil die Materie dadurch vielmehr bestrebt ist, den Raum, den sie erfüllt, kontinuierlich zu erweitern; zweitens auch nicht durch den Raum allein auf eine gewisse Grenze der Ausdehnung gesetzt werden; denn

a) Lehrsatz A′ A″ A‴ korr. Ak. Ausg.

dieser kann zwar den Grund davon enthalten, daß bei Erweiterung des Volumens einer sich ausdehnenden Materie die ausdehnende Kraft in umgekehrtem Verhältnisse schwächer werde, aber, weil von einer jeden bewegenden Kraft ins Unendliche kleinere Grade möglich sind, niemals den Grund enthalten, daß sie irgendwo aufhöre. Also würde die Materie durch ihre repulsive Kraft (welche den Grund der Undurchdringlichkeit enthält) allein, und wenn ihr nicht eine andere bewegende Kraft entgegenwirkte, innerhalb keinen Grenzen der Ausdehnung gehalten sein, d. i. sich ins Unendliche zerstreuen, und in keinem anzugebenden Raume würde eine anzugebende Quantität Materie anzutreffen sein. Folglich würden bei bloß repellierenden Kräften der Materie alle Räume leer, mithin eigentlich gar keine Materie da sein. Es erfodert also alle Materie zu ihrer Existenz Kräfte, die der ausdehnenden entgegengesetzt sind, d. i. zusammendrückende Kräfte. Diese können aber ursprünglich nicht wiederum in der Entgegenstrebung einer anderen Materie gesucht werden; denn diese bedarf, damit sie Materie sei, selbst einer zusammendrückenden Kraft. Also muß irgendwo eine ursprüngliche Kraft der Materie, welche in entgegengesetzter Direktion der repulsiven, mithin zur Annäherung wirkt, d. i. eine Anziehungskraft angenommen werden. Da nun diese Anziehungskraft zur Möglichkeit einer Materie, als Materie, überhaupt gehört, folglich vor allen Unterschieden derselben vorhergeht, so darf sie nicht bloß einer besonderen Gattung derselben, sondern muß jeder Materie überhaupt, und zwar ursprünglich beigelegt werden. Also kommt aller Materie eine ursprüngliche Anziehung, als zu ihrem Wesen gehörige Grundkraft, zu.

Anmerkung.

Bei diesem Übergange von einer Eigenschaft der Materie zu einer andern spezifisch davon unterschiedenen, die zum Begriffe der Materie ebensowohl gehört, obgleich in demselben nicht enthalten ist, muß das Verhalten unseres Verstandes in nähere

Erwägung gezogen werden. Wenn Anziehungskraft selbst zur Möglichkeit der Materie ursprünglich erfodert wird, warum bedienen wir uns ihrer nicht ebensowohl, als der Undurchdringlichkeit, zum ersten Kennzeichen einer Materie? warum wird die letztere unmittelbar mit dem Begriffe einer Materie gegeben, die erstere aber nicht in dem Begriffe gedacht, sondern nur durch Schlüsse ihm beigefügt? Daß unsere Sinne uns diese Anziehung nicht so unmittelbar wahrnehmen lassen, als die Zurückstoßung und das Widerstreben der Undurchdringlichkeit, kann die Schwierigkeit noch nicht hinlänglich beantworten. Denn wenn wir auch ein solches Vermögen hätten, so ist doch leicht einzusehen, daß unser Verstand sich nichtsdestoweniger die Erfüllung des Raumes wählen würde, um dadurch die Substanz im Raume, d. i. die Materie zu bezeichnen, wie denn eben in dieser Erfüllung, oder, wie man sie sonst nennt, der Solidität das Charakteristische der Materie, als eines vom Raume unterschiedenen Dinges, gesetzt wird. Anziehung, wenn wir sie auch noch so gut empfänden, würde uns doch niemals eine Materie von bestimmten Volumen und Gestalt offenbaren, sondern nichts als die Bestrebung unseres Organs, sich einem Punkte außer uns (dem Mittelpunkt des anziehenden Körpers) zu nähern. Denn die Anziehungskraft aller Teile der Erde kann auf uns nichts mehr, auch nichts anderes wirken, als wenn sie gänzlich in dem Mittelpunkte derselben vereinigt wäre, und dieser allein auf unsern Sinn einflösse, ebenso die Anziehung eines Berges, oder jeden Steins etc. Nun bekommen wir dadurch keinen bestimmten Begriff von irgendeinem Objekte im Raume, da weder Gestalt noch Größe, ja nicht einmal der Ort, wo er sich befände, in unsere Sinne fallen kann (die bloße Direktion der Anziehung würde wahrgenommen werden können, wie bei der Schwere; der anziehende Punkt würde unbekannt sein, und ich sehe nicht einmal wohl ein, wie er selbst durch Schlüsse, ohne Wahrnehmung der Materie, sofern sie den Raum erfüllt, sollte ausgemittelt werden). Also ist klar: daß die erste Anwendung unserer Begriffe von Größen auf Materie, durch die es uns zuerst möglich wird,

unsere äußere Wahrnehmungen in dem Erfahrungsbegriffe einer Materie als Gegenstandes überhaupt zu verwandeln, nur auf ihrer Eigenschaft, dadurch sie einen Raum erfüllt, gegründet sei, welche vermittelst des Sinnes des Gefühls uns die Größe und Gestalt eines Ausgedehnten, mithin von einem bestimmten Gegenstande im Raume einen Begriff verschafft, der allem übrigen, was man von diesem Dinge sagen kann, zum Grunde gelegt wird. Eben dieses ist ohne Zweifel die Ursache, weswegen man bei den klärsten anderweitigen Beweisen, daß Anziehung ebensowohl zu den Grundkräften der Materie gehören müsse, als Zurückstoßung, sich gleichwohl gegen die erstere so sehr sträubt, und gar keine bewegende Kräfte, als nur durch Stoß und Druck (beides vermittelst der Undurchdringlichkeit), einräumen will. Denn wodurch der Raum erfüllet ist, das ist die Substanz, sagt man, und das hat auch seine gute Richtigkeit. Da aber diese Substanz ihr Dasein uns nicht anders, als durch den Sinn, wodurch wir ihre Undurchdringlichkeit wahrnehmen, nämlich das Gefühl, offenbart, mithin nur in Beziehung auf Berührung, deren Anfang (in der Annäherung einer Materie zur andern) der Stoß, die Fortdauer aber ein Druck heißt; so scheint es, als ob alle unmittelbare Wirkung einer Materie auf die andere niemals was anders, als Druck oder Stoß sein könne; zwei Einflüsse, die wir allein unmittelbar empfinden können; dagegen Anziehung, die uns an sich entweder gar keine Empfindung, oder doch keinen bestimmten Gegenstand derselben geben kann, uns als Grundkraft so schwer in den Kopf will.

Lehrsatz 6.

Durch bloße Anziehungskraft, ohne Zurückstoßung ist keine Materie möglich.

Beweis.

Anziehungskraft ist die bewegende Kraft der Materie, wodurch sie eine andere treibt, sich ihr zu nähern; folglich, wenn sie zwischen allen Teilen der

Materie angetroffen wird, ist die Materie vermittelst ihrer bestrebt, die Entfernung ihrer Teile voneinander, mithin auch den Raum, den sie zusammen einnehmen, zu verringern. Nun kann nichts die Wirkung einer bewegenden Kraft hindern, als eine andere ihr entgegengesetzte bewegende Kraft; diese aber, welche der Attraktion entgegengesetzt ist, ist die repulsive Kraft. Also würden, ohne repulsive Kräfte, durch bloße Annäherung alle Teile der Materie sich ohne Hindernis einander nähern und den Raum, den diese einnimmt, verringern. Da nun in dem angenommenen Falle keine Entfernung der Teile ist, in welcher eine größere Annäherung durch Anziehung vermittelst einer zurückstoßenden Kraft unmöglich gemacht wurde, so würden sie sich so lange zueinander bewegen, bis gar keine Entfernung zwischen ihnen angetroffen würde, d. i. sie würden in einen mathematischen Punkt zusammenfließen, und der Raum würde leer, mithin ohne alle Materie sein. Demnach[a]) ist Materie durch bloße Anziehungskräfte ohne zurückstoßende unmöglich.

Zusatz.

Diejenige Eigenschaft, auf welcher als Bedingung selbst die innere Möglichkeit eines Dinges beruht, ist ein wesentliches Stück derselben. Also gehört die Zurückstoßungskraft zum Wesen der Materie ebensowohl, wie die Anziehungskraft, und keine kann von der anderen im Begriff der Materie getrennt werden.

Anmerkung.

Weil überall nur zwei bewegende Kräfte im Raum gedacht werden können, die Zurückstoßung und Anziehung, so war es, um beider ihre[b]) Vereinigung im Begriffe einer Materie überhaupt *a priori* zu beweisen, vorher nötig, daß jede für sich allein erwogen würde, um zu sehen, was sie, allein genommen, zur Darstellung einer Materie leisten könnte. Es zeigt

a) „Dennoch“ A′ A″ A‴ korr. Rosenkranz.
b) „ihre“ fehlt in A‴.

sich nun, daß, sowohl wenn man keine von beiden zum Grunde legt, als auch wenn man bloß eine von ihnen annimmt, der Raum allemal leer bleibe, und keine Materie in demselben angetroffen werde.

Erklärung 6.

Berührung im physischen Verstande ist die unmittelbare Wirkung und Gegenwirkung der Undurchdringlichkeit. Die Wirkung einer Materie auf die andere außer der Berührung ist die Wirkung in die Ferne *(actio in distans)*. Diese Wirkung in die Ferne, die auch ohne Vermittelung zwischen inne liegender Materie möglich ist, heißt die unmittelbare Wirkung in die Ferne, oder auch die Wirkung der Materien[a]) aufeinander durch den leeren Raum.

Anmerkung.

Die Berührung in mathematischer Bedeutung ist die gemeinschaftliche Grenze zweier Räume, die also weder innerhalb dem einen, noch dem anderen Raume ist. Daher können gerade Linien einander nicht berühren, sondern, wenn sie einen Punkt gemein haben, so gehört er sowohl innerhalb die eine, als die andere dieser Linien, wenn sie fortgezogen werden, d. i. sie schneiden sich. Aber Zirkel und gerade Linie, Zirkel und Zirkel, berühren sich in einem Punkte, Flächen in einer Linie und Körper in Flächen. Die mathematische Berührung wird bei der physischen zum Grunde gelegt, aber sie macht sie allein noch nicht aus, zu ihr muß, damit die letztere daraus entspringe, noch ein dynamisches Verhältnis, und zwar nicht der Anziehungskräfte, sondern der zurückstoßenden, d. i. der Undurchdringlichkeit hinzugedacht werden. Physische Berührung ist Wechselwirkung der repulsiven Kräfte in der gemeinschaftlichen Grenze zweier Materien.

[1]) „Materie“ A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

Lehrsatz 7.

Die aller Materie wesentliche Anziehung ist eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Beweis.

Die ursprüngliche Anziehungskraft enthält selbst den Grund der Möglichkeit der Materie als desjenigen Dinges, was einen Raum in bestimmtem Grade erfüllt, mithin selbst sogar von der Möglichkeit einer physischen Berührung derselben. Sie muß also vor dieser vorhergehen, und ihre Wirkung muß folglich von der Bedingung der Berührung unabhängig sein. Nun ist die Wirkung einer bewegenden Kraft, die von aller Berührung unabhängig ist, auch von der Erfüllung des Raumes zwischen dem Bewegenden und dem Bewegten unabhängig, d. i. sie muß auch, ohne daß der Raum zwischen beiden erfüllt ist, Statt finden, mithin als Wirkung durch den leeren Raum. Also ist die ursprüngliche und aller Materie wesentliche Anziehung eine unmittelbare Wirkung derselben auf andere durch den leeren Raum.

Anmerkung 1.

Daß man die Möglichkeit der Grundkräfte begreiflich machen sollte, ist eine ganz unmögliche Foderung; denn sie heißen eben darum Grundkräfte, weil sie von keiner anderen abgeleitet, d. i. gar nicht begriffen werden können. Es ist aber die ursprüngliche Anziehungskraft nicht im mindesten unbegreiflicher, als die ursprüngliche Zurückstoßung. Sie bietet sich nur nicht so unmittelbar den Sinnen dar, als die Undurchdringlichkeit, uns Begriffe von bestimmten Objekten im Raume zu liefern. Weil sie also nicht gefühlt, sondern nur geschlossen werden will, so hat sie sofern den Anschein einer abgeleiteten Kraft, gleich als ob sie nur ein verstecktes Spiel der bewegenden Kräfte durch Zurückstoßung wäre. Näher erwogen sehen wir, daß sie gar nicht weiter irgend wovon abgeleitet werden könne, am wenigsten von der bewegenden Kraft der Materien durch ihre Un-

durchdringlichkeit, da ihre Wirkung gerade das Widerspiel der letzteren ist. Der gemeinste Einwurf wider die unmittelbare Wirkung in die Ferne ist, daß eine Materie doch nicht da, wo sie nicht ist, unmittelbar wirken könne. Wenn die Erde den Mond unmittelbar treibt, sich ihr zu nähern, so wirkt die Erde auf ein Ding, das viele tausend Meilen von ihr entfernt ist, und dennoch unmittelbar; der Raum zwischen ihr und dem Monde mag auch als völlig leer angesehen werden. Denn obgleich zwischen beiden Körpern Materie läge, so tut diese doch nichts zu jener Anziehung. Sie wirkt also an einem Orte, wo sie nicht ist, unmittelbar; etwas, was dem Anscheine nach widersprechend ist. Allein es ist so wenig widersprechend, daß man vielmehr sagen kann: ein jedes Ding im Raume wirkt auf ein anderes nur an einem Orte, wo das Wirkende nicht ist. Denn sollte es an demselben Orte, wo es selbst ist, wirken, so würde das Ding, worauf es wirkt, gar nicht außer ihm sein; denn dieses Außerhalb bedeutet die Gegenwart in einem Orte, darin das andere nicht[a]) ist. Wenn Erde und Mond einander auch berührten, so wäre doch der Punkt der Berührung ein Ort, in dem weder die Erde noch der Mond ist; denn beide sind um die Summe ihrer Halbmesser voneinander entfernt. Auch würde im Punkte der Berührung sogar kein Teil weder der Erde noch des Mondes anzutreffen sein, denn dieser Punkt liegt in der Grenze beider erfülleten Räume, die keinen Teil weder von dem einen noch dem anderen ausmacht. Daß also Materien ineinander in der Entfernung nicht unmittelbar wirken können, würde so viel sagen, als: sie können ineinander nicht unmittelbar wirken, ohne Vermittelung der Kräfte der Undurchdringlichkeit. Nun würde dieses ebensoviel sein, als ob ich sagte: die repulsiven Kräfte sind die einzigen, damit Materien wirksam sein können, oder sie sind wenigstens die notwendigen Bedingungen, unter denen allein Materien aufeinander wirken können, welches entweder die Anziehungskraft für ganz unmöglich, oder doch immer von der Wir-

a) „nichts“ A′ u. A″.

kung der repulsiven Kräfte abhängig erklären würde; beides sind aber Behauptungen ohne allen Grund. Die Verwechselung der mathematischen Berührung der Räume und der physischen durch zurücktreibende Kräfte machte hier den Grund des Mißverstandes aus. Sich unmittelbar außer der Berührung anziehen, heißt sich einander nach einem beständigen Gesetze nähern, ohne daß eine Kraft der Zurückstoßung dazu die Bedingung enthalte, welches doch ebensogut sich muß denken lassen, als einander unmittelbar zurückstoßen, d. i. sich einander nach einem beständigen Gesetze fliehen, ohne daß die Anziehungskraft daran irgend einigen Anteil habe. Denn beide bewegende Kräfte sind von ganz verschiedener Art, und es ist nicht der mindeste Grund dazu, eine von der anderen abhängig zu machen, und ihr ohne Vermittelung der andern die Möglichkeit abzustreiten.

Anmerkung 2.

Aus der Anziehung in der Berührung kann gar[a]) keine Bewegung entspringen; denn die Berührung ist Wechselwirkung der Undurchdringlichkeit, welche also alle Bewegung abhält. Also muß doch irgendeine unmittelbare Anziehung außer der Berührung und mithin in der Entfernung angetroffen werden; denn sonst könnten selbst die drückenden und stoßenden Kräfte, welche die Bestrebung zur Annäherung hervorbringen sollen, da sie in entgegengesetzter Richtung mit der repulsiven Kraft der Materie wirken, keine, wenigstens nicht in der Natur der Materie ursprünglich liegende Ursache haben. Man kann diejenige Anziehung, die ohne Vermittelung der repulsiven Kräfte geschieht, die wahre Anziehung, diejenige, welche bloß auf jene Art vor sich geht, die scheinbare nennen; denn eigentlich übt der Körper, dem ein anderer sich bloß darum zu nähern bestrebt ist, weil dieser anderweitig durch Stoß zu ihm getrieben worden, gar keine Anziehungskraft auf diesen aus. Aber selbst diese scheinbare Anziehungen müssen doch zuletzt eine wahre zum Grunde haben, weil Materie, deren Druck oder

a) „ganz“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

Stoß statt Anziehung dienen soll, ohne anziehende Kräfte nicht einmal Materie sein würde (Lehrsatz 5) und folglich die Erklärungsart aller Phänomenen der Annäherung durch bloß scheinbare Anziehung sich im Zirkel herumdreht. Man hält gemeiniglich dafür, Newton habe zu seinem System gar nicht nötig gefunden, eine unmittelbare Attraktion der Materien anzunehmen, sondern, mit der strengsten Enthaltsamkeit der reinen Mathematik, hierin den Physikern volle Freiheit gelassen, die Möglichkeit derselben zu erklären, wie sie es gut finden möchten, ohne seine Sätze mit ihrem Hypothesenspiel zu bemengen. Allein wie konnte er den Satz gründen, daß die allgemeine Anziehung der Körper, die sie in gleichen Entfernungen um sich ausüben, der Quantität ihrer Materie proportioniert sei, wenn er nicht annahm, daß alle Materie, mithin bloß als Materie und durch ihre wesentliche Eigenschaft, diese Bewegungskraft ausübe? Denn obgleich freilich zwischen zweien Körpern, sie mögen der Materie nach gleichartig sein oder nicht, wenn der eine den anderen zieht, die wechselseitige Annäherung (nach dem Gesetze der Gleichheit der Wechselwirkung) immer in umgekehrtem Verhältnis der Quantität der Materie geschehen muß, so macht dieses Gesetz doch nur ein Prinzip der Mechanik, aber nicht der Dynamik, d. i. es ist ein Gesetz der Bewegungen, die aus anziehenden Kräften folgen, nicht der Proportion der Anziehungskräfte selbst, und gilt von allen bewegenden Kräften überhaupt. Wenn daher ein Magnet einmal durch einen anderen gleichen Magnet, ein andermal durch ebendenselben, der aber in einer zweimal schwereren hölzernen Büchse eingeschlossen wäre, gezogen wird, so wird dieser im letzteren Falle dem ersteren mehr relative Bewegung erteilen, als im ersteren, obgleich das Holz, welches die Quantität der Materie des letzteren vermehrt, zur Anziehungskraft desselben gar nichts hinzutut und keine magnetische Anziehung der Büchse beweiset. Newton sagt *(Cor. 2. Prop. 6. Lib. III. Princip. Phil. N.)*: „wenn der Äther, oder irgendein anderer Körper ohne Schwere wäre, so würde, da jener von jeder anderen Materie

doch in nichts, als der Form, unterschieden ist, er nach und nach durch allmählige Veränderung dieser Form in eine Materie von der Art, wie die, so auf Erden die meiste Schwere haben, verwandelt werden können, und diese letztere also umgekehrt durch allmählige Veränderung ihrer Form alle ihre Schwere verlieren können, welches der Erfahrung zuwider ist" usw. Er schloß also selbst nicht den Äther (wieviel weniger andere Materien) vom Gesetze der Anziehung aus. Was konnte ihm denn nun noch für eine Materie übrigbleiben, um durch deren Stoß die Annäherung der Körper zueinander als bloße scheinbare Anziehung anzusehen? Also kann man diesen großen Stifter der Attraktionstheorie nicht als seinen Vorgänger anführen, wenn man sich die Freiheit nimmt, der wahren Anziehung, die dieser behauptete, eine scheinbare zu unterschieben, und die Notwendigkeit des Antriebs durch den Stoß anzunehmen, um das Phänomen der Annäherung zu erklären. Er abstrahierte mit Recht von allen Hypothesen, die Frage wegen der Ursache der allgemeinen Attraktion der Materie zu beantworten; denn diese Frage ist physisch oder metaphysisch, nicht aber mathematisch, und ob er gleich in der Vorerinnerung zur zweiten Ausgabe seiner Optik sagt: *ne quis gravitatem inter essentiales corporum proprietates me habere existimet, quaestionem unam de eius causa investiganda subieci,**) so merkt man wohl, daß der Anstoß, den seine Zeitgenossen, und vielleicht er selbst am Begriffe einer ursprünglichen Anziehung nahmen, ihn mit sich selbst uneinig machte; denn er konnte schlechterdings nicht sagen, daß sich die Anziehungskräfte zweier Planeten, z. B. des Jupiters und Saturns, die sie in gleichen Entfernungen ihrer Trabanten (deren Masse man nicht kennt), beweisen, wie die Quantität der Materie jener Weltkörper verhalten, wenn er nicht annahm, daß sie bloß als Materie, mithin nach einer allgemeinen Eigenschaft derselben andere Materie anzögen.

*) Damit man nicht glaube, daß ich die Schwere für eine wesentliche Eigenschaft der Körper halte, habe ich noch eine Frage über die Erforschung ihrer Ursache hinzugefügt.

Erklärung 7.

Eine bewegende Kraft, dadurch Materien nur in der gemeinschaftlichen Fläche der Berührung unmittelbar aufeinander wirken können, nenne ich eine Flächenkraft; diejenige aber, wodurch eine Materie auf die Teile der andern auch über die Fläche der Berührung hinaus unmittelbar wirken kann, eine durchdringende Kraft.

Zusatz.

Die Zurückstoßungskraft, vermittelst deren die Materie einen Raum erfüllt, ist eine bloße Flächenkraft. Denn die einander berührende Teile begrenzen einer den Wirkungsraum der anderen, und die repulsive Kraft kann keinen entferntern Teil bewegen, ohne vermittelst der dazwischen liegenden, und eine quer durch diese gehende unmittelbare Wirkung einer Materie auf eine andere durch Ausdehnungskräfte ist unmöglich. Dagegen eine Anziehungskraft, vermittelst deren eine Materie einen Raum einnimmt, ohne ihn zu erfüllen, dadurch sie also auf andere entfernte wirkt, durch den leeren Raum, deren Wirkung setzt keine Materie, die dazwischen liegt, Grenzen. So muß nun die ursprüngliche Anziehung, welche die Materie selbst möglich macht, gedacht werden, und also ist sie eine durchdringende Kraft, und dadurch allein jederzeit der Quantität der Materie proportioniert.

Lehrsatz 8.

Die ursprüngliche Anziehungskraft, worauf selbst die Möglichkeit der Materie, als einer solchen beruht, erstreckt sich im Weltraume von jedem Teile derselben auf jeden andern unmittelbar ins Unendliche.

Beweis.

Weil die ursprüngliche Anziehungskraft zum Wesen der Materie gehört, so kommt sie auch jedem Teil derselben zu, nämlich unmittelbar auch in die Ferne zu wirken. Setzet nun: es sei eine Entfernung, über welche heraus sie sich nicht erstreckte, so würde diese Begrenzung der Sphäre ihrer Wirksamkeit entweder auf der innerhalb dieser Sphäre liegenden Materie, oder bloß auf der Größe des Raumes, auf welchen sie diesen Einfluß verbreitet, beruhen. Das erstere findet nicht statt; denn diese Anziehung ist eine durchdringende Kraft und wirkt unmittelbar in der Entfernung, unerachtet aller dazwischen liegenden Materien, durch jeden Raum, als einen leeren Raum. Das zweite findet gleichfalls nicht statt. Denn weil eine jede Anziehung eine bewegende Kraft ist, die einen Grad hat, unter dem ins Unendliche noch immer kleinere gedacht werden können; so würde in der größeren Entfernung zwar ein Grund liegen, den Grad der Attraktion, nach dem Maße der Ausbreitung der Kraft, in umgekehrtem Verhältnisse zu vermindern, niemals aber sie völlig aufzuheben. Da nun also nichts ist, was die Sphäre der Wirksamkeit der ursprünglichen Anziehung jedes Teils der Materie irgendwo begrenzte, so erstreckt sie sich über alle anzugebende Grenzen auf jede andere Materie, mithin im Weltraume ins Unendliche.

Zusatz 1.

Aus dieser ursprünglichen Anziehungskraft, als einer durchdringenden, von aller Materie, mithin in Proportion der Quantität derselben, ausgeübten und auf alle Materie, in alle mögliche Weiten ihre Wirkung erstreckenden Kraft, müßte nun, in Verbindung mit der ihr entgegenwirkenden, nämlich zurücktreibenden Kraft, die Einschränkung der letzteren, mithin die Möglichkeit eines in einem bestimmten Grade erfülleten Raumes abgeleitet werden können; und so würde der dynamische Begriff der Materie, als des Beweglichen, das seinen Raum (in be-

stimmtem Grade erfüllt) konstruiert werden. Aber hiezu bedarf man eines Gesetzes des Verhältnisses, sowohl der ursprünglichen Anziehung, als Zurückstoßung in verschiedenen Entfernungen der Materie und ihrer Teile voneinander, welches, da es nun lediglich auf dem Unterschiede der Richtung dieser beiden Kräfte (da ein Punkt getrieben wird, sich entweder andern zu nähern, oder sich von ihnen zu entfernen), und auf der Größe des Raumes beruht, in den sich jede dieser Kräfte in verschiedenen Weiten verbreitet, eine reine mathematische Aufgabe ist, die nicht mehr für die Metaphysik gehört, selbst nicht was die Verantwortung betrifft, wenn es etwa nicht gelingen sollte, den Begriff der Materie auf diese Art zu konstruieren. Denn sie verantwortet bloß die Richtigkeit der unserer Vernunfterkenntnis vergönneten Elemente der Konstruktion, die Unzulänglichkeit und die Schranken unserer Vernunft in der Ausführung verantwortet sie nicht.

Zusatz 2.

Da alle gegebene Materie mit einem bestimmten Grade der repulsiven Kraft ihren Raum erfüllen muß, um ein bestimmtes materielles Ding auszumachen, so kann nur eine ursprüngliche Anziehung im Konflikt mit der ursprünglichen Zurückstoßung einen bestimmten Grad der Erfüllung des Raums, mithin Materie möglich machen; es mag nun sein, daß der erstere von der eigenen Anziehung der Teile der zusammengedrückten Materie untereinander oder von der Vereinigung derselben mit der Anziehung aller Weltmaterie herrühre.

Die ursprüngliche Anziehung ist der Quantität der Materie proportional und erstreckt sich ins Unendliche. Also kann die dem Maße nach bestimmte Erfüllung eines Raumes durch Materie am Ende nur von der ins Unendliche sich erstreckenden Anziehung derselben bewirkt und jeder Materie nach dem Maße ihrer Zurückstoßungskraft erteilt werden.

Die Wirkung von der allgemeinen Anziehung, die alle Materie auf alle und in allen Entfernungen un-

mittelbar ausübt, heißt die Gravitation; die Bestrebung, in der Richtung der größeren Gravitation sich zu bewegen, ist die Schwere. Die Wirkung von der durchgängigen repulsiven Kraft der Teile jeder gegebenen Materie heißt dieser ihre ursprüngliche Elastizität. Diese also und die Schwere machen die einzigen *a priori* einzusehenden allgemeinen Charaktere der Materie, jene innerlich, diese im äußeren Verhältnisse, aus; denn auf den Gründen beider beruht die Möglichkeit der Materie selbst; Zusammenhang, wenn er als die wechselseitige Anziehung der Materie, die lediglich auf die Bedingung der Berührung eingeschränkt ist, erklärt wird, gehört nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt und kann daher *a priori* als damit verbunden nicht erkannt werden. Diese Eigenschaft würde also nicht metaphysisch, sondern physisch sein und daher nicht zu unsern gegenwärtigen Betrachtungen gehören.

Anmerkung 1.

Eine kleine Vorerinnerung zum Behufe des Versuches einer solchen vielleicht möglichen Konstruktion kann ich doch nicht unterlassen, beizufügen.

1. Von einer jeden Kraft, die in verschiedene Weiten[a]) unmittelbar wirkt, und in Ansehung des Grades, womit sie auf einen jeden in gewisser Weite gegebenen Punkt bewegende Kraft ausübet, nur durch die Größe des Raumes, in welchem sie sich ausbreiten muß, um auf jenen Punkt zu wirken, eingeschränkt wird, kann man sagen: daß sie in allen Räumen, in die sie sich verbreitet, so klein oder groß sie auch sein mögen, immer ein gleiches Quantum ausmache, daß aber der Grad ihrer Wirkung auf jenen Punkt in diesem Raume jederzeit im umgekehrten Verhältnis des Raumes stehe, in welchen sie sich hat verbreiten müssen, um auf ihn wirken zu können. So breitet sich[b]) z. B. von einem leuchtenden Punkt das Licht allerwärts in Kugelflächen aus,

a) „Welten“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.
b) „sie“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

die mit den Quadraten der Entfernung immer wachsen und das Quantum der Erleuchtung ist in allen diesen ins Unendliche größeren Kugelflächen im Ganzen immer dasselbe, woraus aber folgt: daß ein in dieser Kugelfläche angenommener gleicher Teil dem Grade nach destoweniger erleuchtet sein müsse, als jene Fläche der Verbreitung ebendesselben Lichtquantum größer ist, und so bei allen anderen Kräften und Gesetzen, nach welchen sie sich entweder in Flächen oder auch körperlichen Raum verbreiten müssen, um ihrer Natur nach auf entfernte Gegenstände zu wirken. Es ist besser, die Verbreitung einer bewegenden Kraft aus einem Punkt in alle Weiten so vorzustellen, als auf die gewöhnliche Art, wie es unter andern in der Optik geschieht, durch von einem Mittelpunkte auseinanderlaufende Zirkelstrahlen. Denn da auf solche Art gezogene Linien niemals den Raum, durch den sie gehen, und also auch nicht die Fläche, auf die sie treffen, füllen können, so viel deren auch gezogen oder angelegt werden, welches die unvermeidliche Folge ihrer Divergenz ist, so geben sie nur zu beschwerlichen Folgerungen, diese aber zu Hypothesen Anlaß, die gar wohl vermieden werden könnten, wenn man bloß die Größe der ganzen Kugelfläche in Betrachtung zöge, die von derselben Quantität Licht gleichförmig erleuchtet werden soll, und den Grad der Erleuchtung derselben in jeder Stelle, wie natürlich, in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Größe zum Ganzen nimmt, und so bei aller anderer Verbreitung einer Kraft durch Räume von verschiedener Größe.

2. Wenn die Kraft eine unmittelbare Anziehung in der Ferne ist, so müssen um desto mehr die Richtungslinien[a]) der Anziehung nicht, als ob sie von dem ziehenden Punkte wie Strahlen ausliefen, sondern so wie sie von allen Punkten der umgebenden Kugelfläche (deren Halbmesser jene gegebene Weite ist), zum ziehenden Punkt zusammenlaufen, vorgestellt werden. Denn selbst die Richtungslinie der Bewegung zum Punkte hin, der die Ursache und Ziel derselben

a) „so muß . . . . die Richtungslinie“ A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

ist, gibt schon den *terminus a quo* an, von wo die Linien anfangen müssen, nämlich von allen Punkten der Oberfläche, von dem sie zum ziehenden Mittelpunkte und nicht umgekehrt ihre Richtung haben; denn jene Größe der Fläche bestimmt allein die Menge der Linien, der Mittelpunkt läßt sie unbestimmt*).

*) Es ist unmöglich, nach Linien, die sich strahlenweise aus einem Punkte ausbreiten, Flächen in gegebenen Entfernungen als mit der Wirkung derselben, sie sei Erleuchtung oder Anziehung, ganz erfüllt vorzustellen. So würde bei solchen auslaufenden Lichtstrahlen die geringere Erleuchtung einer entferneten Fläche bloß darauf beruhen, daß zwischen den erleuchteten Stellen unerleuchtete, und diese desto größer, je weiter die Fläche entfernt, übrig bleiben. Eulers Hypothese vermeidet diese Unschicklichkeit, hat aber freilich desto mehr Schwierigkeit, die geradlinichte Bewegung des Lichts begreiflich zu machen. Diese Schwierigkeit aber rührt von einer gar wohl vermeidlichen mathematischen Vorstellung der Lichtmaterie, als einer Anhäufung von Kügelchen her, die freilich, nach ihrer verschiedentlich schiefen Lage gegen die Richtung des Stoßes, Seitenbewegung des Lichts geben würde, da an dessen Statt nichts hindert, diese Materie als ein ursprünglich Flüssiges, und zwar durch und durch, ohne in feste Körperchen zerteilt zu sein, zu denken. Will der Mathematiker die Abnahme des Lichts bei zunehmender Entfernung anschaulich machen, so bedient er sich auslaufender Zirkelstrahlen, um auf der Kugelfläche ihrer Verbreitung die Größe des Raumes, darin dieselbe Quantität des Lichts zwischen diesen Zirkelstrahlen gleichförmig verbreitet werden soll, mithin die Verringerung des Grades der Erleuchtung darzustellen; er will aber nicht, daß man diese Strahlen als die einzig erleuchtenden ansehen solle, gleich als ob immer lichtleere Plätze, die bei größerer Weite größer würden, zwischen ihnen anzutreffen wären. Will man jede solcher Flächen als durchaus erleuchtet sich vorstellen, so muß dieselbe Quantität der Erleuchtung, die die kleinere bedeckt, auf der größeren als gleichförmig gedacht werden, und müssen also, um die geradlinichte Richtung anzuzeigen, von der Fläche und allen ihren Punkten zu dem leuchtenden gerade Linien gezogen werden. Die Wirkung und ihre Größe muß vorher gedacht sein und darauf die Ursache verzeichnet werden. Eben dieses gilt von den Anziehungsstrahlen, wenn man sie so nennen will, ja von allen Richtungen der Kräfte, die von einem Punkte aus einen Raum, und wäre er auch ein körperlicher, erfüllen sollen.

3. Wenn die Kraft eine unmittelbare Zurückstoßung ist, dadurch ein Punkt (in der bloß mathematischen Darstellung) einen Raum dynamisch erfüllt, und es ist die Frage, nach welchem Gesetze der unendlich kleinen Entfernungen (die hier den Berührungen gleich gelten), eine ursprüngliche repulsive Kraft (deren Einschränkung folglich lediglich auf dem Raum beruht, in dem sie verbreitet worden) in verschiedenen Entfernungen wirke, so kann man noch weniger diese Kraft durch divergierende Zurückstoßungsstrahlen aus dem angenommenen repellierenden Punkte vorstellig machen, obgleich die Richtung der Bewegung ihn zum *terminus a quo* hat, weil der Raum, in welchem die Kraft verbreitet werden muß, um in der Entfernung zu wirken, ein körperlicher Raum ist, der als erfüllt gedacht werden soll (wovon die Art, wie nämlich ein Punkt durch bewegende Kraft dieses, d. i. dynamisch, einen Raum körperlich erfüllen könne, freilich keiner weiteren mathematischen Darstellung fähig ist) und divergierende Strahlen aus einem Punkte die repellierende Kraft eines körperlichen erfülleten Raumes unmöglich vorstellig machen können; sondern man würde die Zurückstoßung, bei verschiedenen unendlich kleinen Entfernungen dieser einander treibenden Punkte, schlechterdings bloß in umgekehrtem Verhältnisse der körperliche Räume, die jeder dieser Punkte dynamisch erfüllt, mithin des Kubus der Entfernungen derselben voneinander, schätzen, ohne sie konstruieren zu können.

4. Also würde die ursprüngliche Anziehung der Materie in umgekehrtem Verhältnis der Quadrate der Entfernung in alle Weiten, die ursprüngliche Zurückstoßung in umgekehrtem Verhältnis der Würfel der unendlich kleinen Entfernungen wirken, und durch eine solche Wirkung und Gegenwirkung beider Grundkräfte würde Materie von einem bestimmten Grade der Erfüllung ihres Raumes möglich sein; weil, da die Zurückstoßung bei Annäherung der Teile in größerem Maße wächst, als die Anziehung, die Grenze der Annäherung, über die durch gegebene Anziehung keine größere möglich ist, mithin auch jener Grad der Zusammendrückung bestimmt ist, der das Maß der intensiven Erfüllung des Raumes ausmacht.

Anmerkung 2.

Ich sehe wohl die Schwierigkeit dieser Erklärungsart der Möglichkeit einer Materie überhaupt, die darin besteht, daß, wenn ein Punkt durch repulsive Kraft unmittelbar keinen andern treiben kann, ohne zugleich den ganzen körperlichen Raum bis zu der gegebenen Entfernung durch seine Kraft zu erfüllen, dieser alsdenn, wie zu folgen scheint, mehrere treibende Punkte enthalten müßte, welches der Voraussetzung widerspricht und oben (Lehrsatz 4) unter dem Namen einer Sphäre der Zurückstoßung des Einfachen im Raume widerlegt worden[a]). Es ist aber ein Unterschied zwischen dem Begriffe eines wirklichen Raumes, der gegeben werden kann, und der bloßen Idee von einem Raume, der lediglich zur Bestimmung des Verhältnisses gegebener Räume gedacht wird, in der Tat aber kein Raum ist, zu machen. In dem angeführten Falle einer vermeinten physischen Monadologie sollten es wirkliche Räume sein, welche von einem Punkte dynamisch, nämlich durch Zurückstoßung erfüllt wären, denn sie existierten, als Punkte, vor aller daraus möglichen Erzeugung der Materie, und bestimmten durch die ihnen eigene Sphäre ihrer Wirksamkeit den Teil des zu erfüllenden Raumes, der ihnen angehören könnte. Daher kann in gedachter Hypothese die Materie auch nicht als ins Unendliche teilbar und als Quantum continuum angesehen werden; denn die Teile, die unmittelbar einander zurückstoßen, haben doch eine bestimmte Entfernung voneinander (die Summe der Halbmesser der Sphäre ihrer Zurückstoßung); dagegen wenn wir, wie es wirklich geschieht, die Materie als stetige Größe denken, ganz und gar keine Entfernung der einander unmittelbar zurückstoßenden Teile stattfindet, folglich auch keine größer oder kleiner werdende Sphäre ihrer unmittelbaren Wirksamkeit. Nun können sich aber Materien ausdehnen, oder zusammengedrückt werden (wie die Luft), und da stellt man sich eine Entfernung ihrer nächsten Teile vor, die da wachsen und abnehmen könne[b]). Weil aber

a) „waren“ A′ A″ korr. A‴.
b) „können“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

die nächsten Teile einer stetigen Materie einander berühren, sie mag nun weiter ausgedehnt oder zusammengedrückt sein, so denkt man sich jene Entfernungen voneinander als unendlich klein, und diesen unendlich kleinen Raum als im größeren oder kleineren Grade von ihrer Zurückstoßungskraft erfüllt[a]). Der unendlich kleine Zwischenraum ist aber von der Berührung gar nicht unterschieden, also nur die Idee vom Raume, die dazu dient, um die Erweiterung einer Materie, als stetiger Größe, anschaulich zu machen, ob sie zwar wirklich so gar nicht begriffen werden kann. Wenn es also heißt: die zurückstoßenden Kräfte der einander unmittelbar treibenden Teile der Materie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der Würfel ihrer Entfernungen, so bedeutet das nur: sie stehen in umgekehrtem Verhältnisse der körperlichen Räume, die man sich zwischen Teilen denkt, die einander dennoch unmittelbar berühren, und deren Entfernung eben darum unendlich klein genannt werden muß, damit sie von aller wirklichen Entfernung unterschieden werde. Man muß also aus den Schwierigkeiten der Konstruktion eines Begriffs, oder vielmehr aus der Mißdeutung derselben, keinen Einwurf wider den Begriff selber machen; denn sonst würde er die mathematische Darstellung der Proportion, mit welcher die Anziehung in verschiedenen Entfernungen geschieht, ebensowohl als diejenigen, wodurch ein jeder Punkt in einem sich ausdehnenden oder zusammengedrückten Ganzen von Materie den andern unmittelbar zurückstößt, treffen. Das allgemeine Gesetz der Dynamik würde in beiden Fällen dieses sein: die Wirkung der bewegenden Kraft, die von einem Punkte auf jeden anderen außer ihm ausgeübt wird, verhält sich umgekehrt wie der Raum, in welchem dasselbe Quantum der bewegenden Kraft sich hat ausbreiten müssen, um auf diesen Punkt unmittelbar in der bestimmten Entfernung zu wirken.

Aus dem Gesetze der ursprünglich einander zurückstoßenden Teile der Materie in umgekehrtem kubischen Verhältnisse ihrer unendlich kleinen Ent-

a) „erfüllt vor“ A′ A″ A‴ korr. Rosenkranz.

fernungen müßte also notwendig ein ganz anderes Gesetz der Ausdehnung und Zusammendrückung derselben, als das Mariottische der Luft, folgen; denn dieses beweiset fliehende Kräfte ihrer nächsten Teile, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen stehen, wie Newton dartut *(Princ. Ph. N. Lib. II. Propos. 23. Schol.)*. Allein man kann die Ausspannungskraft der letzteren auch nicht als die Wirkung ursprünglich zurückstoßender Kräfte ansehen, sondern sie beruht auf der Wärme, die nicht bloß als eine in sie eingedrungene Materie, sondern allem Ansehen nach durch ihre Erschütterungen die eigentlichen Luftteile (denen man überdem wirkliche Entfernungen voneinander zugestehen kann) nötigt, einander zu fliehen. Daß aber diese Bebungen den einander nächsten Teilen eine Fliehkraft, die in umgekehrtem Verhältnisse ihrer Entfernungen steht, erteilen müsse[a]), läßt sich nach den Gesetzen der Mitteilung der Bewegung durch Schwingung elastischer Materien wohl begreiflich machen.

Noch erkläre ich, daß ich nicht wolle, daß gegenwärtige Exposition des Gesetzes einer ursprünglichen Zurückstoßung als zur Absicht meiner metaphysischen Behandlung der Materie notwendig gehörig angesehen, noch die letztere (welcher es genug ist, die Erfüllung des Raums als dynamische Eigenschaft derselben dargestellt zu haben) mit den Streitigkeiten und Zweifeln, welche die erste treffen könnten, bemengt werde.

Allgemeiner Zusatz zur Dynamik.

Wenn wir nach allen Verhandlungen derselben zurücksehen, so werden wir bemerken: daß darin zuerst das Reelle im Raume (sonst genannt das Solide), in der Erfüllung desselben durch Zurückstoßungskraft, zweitens das, was in Ansehung des ersteren, als des eigentlichen Objekts unserer äußeren Wahrnehmung **negativ** ist, nämlich die Anziehungskraft, durch welche, so viel an ihr ist,

a) „Daß diese Bebungen der ... nächsten Teile ... erteilen müsse“ A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

aller Raum würde durchdrungen, mithin das Solide gänzlich aufgehoben werden, drittens die **Einschränkung** der ersteren Kraft durch die zweite und die daher rührende Bestimmung des Grades einer Erfüllung des Raumes in Betrachtung gezogen, mithin die Qualität der Materie unter den Titeln der Realität, Negation und Limitation, soviel es einer metaphysischen Dynamik zukommt, vollständig abgehandelt worden.

Allgemeine Anmerkung zur Dynamik.

Das allgemeine Prinzip der Dynamik der materiellen Natur ist, daß alles Reale der Gegenstände äußerer Sinne, was[a]) nicht bloß Bestimmung des Raums (Ort, Ausdehnung und Figur) ist, als bewegende Kraft angesehen werden müsse; wodurch also das sogenannte Solide, oder die absolute Undurchdringlichkeit als ein leerer Begriff aus der Naturwissenschaft verwiesen und an ihrer Statt zurücktreibende Kraft gesetzt, dagegen aber die wahre und unmittelbare Anziehung gegen alle Vernünfteleien einer sich selbst mißverstehenden Metaphysik verteidigt und als Grundkraft selbst zur Möglichkeit des Begriffs von Materie für notwendig erklärt wird. Hieraus entspringt nun die Folge, daß der Raum wenn man es nötig finden sollte, auch ohne leere Zwischenräume innerhalb der Materie auszustreuen, allenfalls durchgängig und gleichwohl in verschiedenem Grade erfüllt angenommen werden könne. Denn es kann nach dem ursprünglich verschiedenen Grade der repulsiven Kräfte, auf denen die erste Eigenschaft der Materie, nämlich die, einen Raum zu erfüllen, beruht, ihr Verhältnis zur ursprünglichen Anziehung (es sei einer jeden Materie für sich selbst, oder zur vereinigten Anziehung aller Materie des Universums) unendlich verschieden gedacht werden; weil die Anziehung auf der Menge der Materie in einem gegebenen Raume beruht, da hingegen die expansive Kraft derselben auf dem Grade, ihn zu erfüllen, der

a) „die das, was“ . . . A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

spezifisch sehr unterschieden sein kann (wie etwa dieselbe Quantität Luft in demselben Volumen nach ihrer größeren oder minderen Erwärmung[a]) mehr oder weniger Elastizität beweiset); wovon der allgemeine Grund dieser ist: daß durch wahre Anziehung alle Teile der Materie unmittelbar auf alle Teile der andern, durch expansive Kraft aber nur die in der Berührungsfläche wirken, wobei es einerlei ist, ob hinter dieser viel oder wenig von dieser Materie angetroffen werde. Hieraus allein entspringt nun schon ein großer Vorteil für die Naturwissenschaft, weil ihr dadurch die Last abgenommen wird, aus dem Vollen und Leeren eine Welt bloß nach der Phantasie zu zimmern, vielmehr alle Räume voll und doch in verschiedenem Maße erfüllt gedacht werden können, wodurch der leere Raum wenigstens eine Notwendigkeit verliert und auf den Wert einer Hypothese zurückgesetzt wird, da er sonst, unter dem Vorwande einer zur Erklärung der verschiedentlichen Grade der Erfüllung des Raumes notwendigen Bedingung, sich des Titels eines Grundsatzes anmaßen konnte.

Bei allem diesem ist der Vorteil einer hier methodisch gebrauchten Metaphysik, in Abstellung gleichfalls metaphysischer, aber nicht auf die Probe der Kritik gebrachter Prinzipien, augenscheinlich nur negativ. Indirekt wird gleichwohl dadurch dem Naturforscher sein Feld erweitert; weil die Bedingungen, durch die er es vorher selbst einschränkte, und wodurch alle ursprüngliche Bewegungskräfte wegphilosophiert wurden, jetzt ihre Gültigkeit verlieren. Man hüte sich aber, über das, was den allgemeinen Begriff einer Materie überhaupt möglich macht, hinauszugehen und die besondere oder sogar spezifische Bestimmung und Verschiedenheit derselben *a priori* erklären zu wollen. Der Begriff der Materie wird auf lauter bewegende Kräfte zurückgeführt, welches man auch nicht anders erwarten konnte, weil im Raume keine Tätigkeit, keine Veränderung, als bloß Bewegung gedacht werden kann. Allein wer

a) „Erwägung“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

will die Möglichkeit der Grundkräfte einsehen? sie können nur angenommen werden, wenn sie zu einem Begriff, von dem es erweislich ist, daß er ein Grundbegriff sei, der von keinem anderen weiter abgeleitet werden kann (wie der der Erfüllung des Raums), unvermeidlich gehören, und dieses sind Zurückstoßungs- und ihnen entgegenwirkende Anziehungskräfte überhaupt. Von dieser ihrer Verknüpfung und Folgen können wir allenfalls noch wohl *a priori* urteilen, welche Verhältnisse derselben untereinander man sich, ohne sich selbst zu widersprechen, denken könne, aber sich darum doch nicht anmaßen, eine derselben als wirklich anzunehmen, weil zur Befugnis, eine Hypothese zu errichten, unnachlaßlich gefodert wird: daß die Möglichkeit dessen, was man annimmt, völlig gewiß sei, bei Grundkräften aber die Möglichkeit derselben niemals eingesehen werden kann. Und hierin hat die mathematisch-mechanische Erklärungsart über die metaphysisch-dynamische einen Vorteil, der ihr nicht abgewonnen werden kann, nämlich aus einem durchgehends gleichartigen Stoffe, durch die mannigfaltige Gestalt der Teile, vermittelst eingestreuter leerer Zwischenräume, eine große spezifische Mannigfaltigkeit der Materien, sowohl ihrer Dichtigkeit als Wirkungsart nach (wenn fremde Kräfte hinzukommen), zustande zu bringen. Denn die Möglichkeit der Gestalten sowohl, als der leeren Zwischenräume läßt sich mit mathematischer Evidenz dartun; dagegen, wenn der Stoff selbst in Grundkräfte verwandelt wird (deren Gesetze *a priori* zu bestimmen, noch weniger aber eine Mannigfaltigkeit derselben, welche zu Erklärung der spezifischen Verschiedenheit der Materie zureichte, zuverlässig anzugeben, wir nicht imstande sind), uns alle Mittel abgehen, diesen Begriff der Materie zu konstruieren, und, was wir allgemein dachten, in der Anschauung als möglich darzustellen. Aber jenen Vorteil büßet dagegen eine bloß mathematische Physik auf der anderen Seite doppelt ein, indem sie erstlich einen leeren Begriff (der absoluten Undurchdringlichkeit) zum Grunde legen, zweitens alle der Materie eigene Kräfte aufgeben muß, und überdem noch mit ihren

ursprünglichen Konfigurationen des Grundstoffs und Einstreuung der leeren Räume, nachdem es das Bedürfnis zu erklären erfodert, der Einbildungskraft im Felde der Philosophie mehr Freiheit, ja gar rechtmäßigen Anspruch verstatten muß, als sich wohl mit der Behutsamkeit der letzteren zusammenreimen läßt.

Statt einer hinreichenden Erklärung der Möglichkeit der Materie und ihrer spezifischen Verschiedenheit aus jenen Grundkräften, die ich nicht zu leisten vermag, will ich die Momente, worauf ihre spezifische Verschiedenheit sich insgesamt *a priori* bringen (obgleich nicht ebenso ihrer Möglichkeit nach begreifen) lassen muß, wie ich hoffe, vollständig darstellen. Die zwischen die Definitionen geschobene Anmerkungen werden die Anwendung derselben erläutern.

1. ein **Körper**, in physischer Bedeutung, ist eine Materie zwischen bestimmten Grenzen (die also eine Figur hat). Der Raum zwischen diesen Grenzen, seiner Größe nach betrachtet, ist der **Raumesinhalt** *(volumen)*. Der Grad der Erfüllung eines Raumes von bestimmtem Inhalt heißt **Dichtigkeit**. (Sonst wird der Ausdruck dicht auch absolut gebraucht für das, was nicht hohl [blasicht, löchericht] ist.) In dieser Bedeutung gibt es eine absolute Dichtigkeit in dem System der absoluten Undurchdringlichkeit, und zwar, wenn eine Materie gar keine leere Zwischenräume enthält. Nach diesem Begriffe von Erfüllung des Raumes stellt man Vergleichungen an, und nennt eine Materie dichter, als die andere, die weniger Leeres in sich enthält, bis endlich die, in der kein Teil des Raumes leer ist, vollkommen dicht heißt. Des letzteren Ausdrucks kann man sich nur nach dem bloß mathematischen Begriffe der Materie bedienen, allein im dynamischen System einer bloß relativen Undurchdringlichkeit gibt es kein Maximum oder Minimum der Dichtigkeit, und gleichwohl kann jede noch so dünne Materie doch völlig dicht heißen, wenn sie ihren Raum ganz erfüllt, ohne leere Zwischenräume zu enthalten, mithin ein Kontinuum, nicht ein Interruptum ist; allein sie ist doch in Vergleichung mit einer andern weniger dicht, in dynamischer Bedeutung, wenn sie ihren Raum

zwar ganz, aber nicht in gleichem Grade erfüllt. Allein auch in dem letzteren System ist es unschicklich, sich ein Verhältnis der Materien ihrer Dichtigkeit nach zu denken, wenn man sie sich nicht untereinander als spezifisch gleichartig vorstellt, so daß eine aus der andern durch bloße Zusammendrückung erzeugt werden kann. Da nun das letzere nicht eben notwendig zur Natur aller Materie an sich erfoderlich zu sein scheint, so kann zwischen ungleichartigen Materien keine Vergleichung in Ansehung ihrer Dichtigkeit füglich stattfinden, z. B. zwischen Wasser und Quecksilber, obzwar es im Gebrauche ist.

2. Anziehung, sofern sie bloß als in der Berührung wirksam gedacht wird, heißt **Zusammenhang**. (Zwar tut man durch sehr gute Versuche dar, daß dieselbe Kraft, die in der Berührung Zusammenhang heißt, auch in sehr kleiner Entfernung wirksam befunden werde; allein die Anziehung heißt doch nur Zusammenhang, sofern ich sie bloß in der Berührung denke, der gemeinen Erfahrung gemäß, bei welcher sie in kleinen Entfernungen kaum wahrgenommen wird. Zusammenhang wird gemeinhin für eine ganz allgemeine Eigenschaft der Materie angenommen, nicht als ob man zu ihr schon durch den Begriff einer Materie geleitet würde, sondern weil die Erfahrung sie allerwärts dartut. Allein diese Allgemeinheit muß nicht kollektiv verstanden werden, als ob jede Materie durch diese Art der Anziehung auf jede andere im Weltraume zugleich wirkte, — dgl. die der Gravitation ist, — sondern bloß disjunktiv, nämlich auf eine oder die andere, von welcher Art Materien sie auch sein mag, die mit ihr in Berührung kommt. Um deswillen, und da diese Anziehung, wie es verschiedene Beweisgründe dartun können, nicht durchdringend, sondern nur Flächenkraft ist, da sie selbst als solche nicht einmal allerwärts nach der Dichtigkeit sich richtet, da zur völligen Stärke des Zusammenhanges ein vorhergehender Zustand der Flüssigkeit der Materien und der nachmaligen Erstarrung derselben erfoderlich ist, und die allergenauste Berührung gebrochener fester Materien in ebendenselben Flächen, mit denen sie vorher

so stark zusammenhingen, z. B. eines Spiegelglases, wo es einen Riß hat, dennoch bei weitem den Grad der Anziehung nicht mehr verstattet, den es von seiner Erstarrung nach dem Flusse her hatte, so halte ich diese Attraktion in der Berührung für keine Grundkraft der Materie, sondern eine nur abgeleitete; wovon weiter unten ein Mehreres). Eine Materie, deren Teile, unerachtet ihres noch so starken Zusammenhanges untereinander, dennoch von jeder noch so kleinen bewegenden Kraft aneinander können verschoben werden, ist **flüssig**. Teile einer Materie werden aber aneinander **verschoben**, wenn sie, ohne das Quantum der Berührung zu vermindern, nur genötigt werden, diese untereinander zu verwechseln. Teile, mithin auch Materien, werden **getrennt**, wenn die Berührung nicht bloß mit andern verwechselt, sondern aufgehoben oder ihr Quantum vermindert wird. Ein **fester** — besser ein **starrer** — Körper *(corpus rigidum)* ist der, dessen Teile nicht durch jede Kraft aneinander verschoben werden können, — die folglich mit einem gewissen Grade von Kraft dem Verschieben widerstehen. — Das Hindernis des Verschiebens der Materien aneinander ist die **Reibung**. Der Widerstand gegen die Trennung sich berührender Materien ist der Zusammenhang. Flüssige Materien erleiden also in ihrer Teilung keine Reibung, sondern wo diese angetroffen wird, werden die Materien als starr, — in größerem oder minderem Grade, deren der[a]) letzte Klebrigkeit *(viscositas)* heißt, wenigstens ihren kleineren Teilen nach angenommen. Der starre Körper ist **spröde**, wenn seine Teile nicht können aneinander verschoben werden, ohne zu reißen, — mithin wenn der Zusammenhang derselben nicht kann verändert, ohne zugleich aufgehoben zu werden. (Man setzt sehr unrichtig den Unterschied der flüssigen und festen Materien in dem verschiedenen Grade des Zusammenhanges ihrer Teile. Denn um eine Materie flüssig zu

a) „die“ A′ A″ A‴ korr. Höfler Ak. Ausg.

nennen, kommt es nicht auf den Grad des Widerstandes an, den sie dem Zerreißen, sondern nur dem Verschieben ihrer Teile aneinander entgegensetzt. Jener kann so groß sein, als man will, so ist dieser doch jederzeit in einer flüssigen Materie = 0. Man betrachte einen Tropfen Wasser. Wenn ein Teilchen innerhalb demselben durch eine noch so große Attraktion der Nebenteile, die es berühren, nach der einen Seite gezogen wird, so wird ebendasselbe doch auch gerade ebensoviel nach der entgegengesetzten gezogen, und da die Attraktionen beiderseitig ihre Wirkungen aufheben, ist das Partikelchen ebenso leicht beweglich, als ob es im leeren Raume sich befände; nämlich die Kraft, die es bewegen soll, hat keinen Zusammenhang zu überwinden, sondern nur die sogenannte Trägheit, die sie bei aller Materie, wenn sie gleich gar nicht womit zusammenhinge, überwinden müßte. Daher wird ein kleines mikroskopisches Tierchen sich so leicht darin bewegen, also ob gar kein Zusammenhang zu trennen wäre. Denn es hat wirklich keinen Zusammenhang des Wassers aufzuheben und die Berührung desselben unter sich zu vermindern, sondern nur zu verändern. Denket euch aber eben dieses Tierchen, als ob es sich durch die äußere Oberfläche des Tropfens durcharbeiten wollte, so ist erstlich zu merken, daß die wechselseitige Anziehung der Teile dieses Wasserklümpchens es macht, daß sie sich so lange bewegen, bis sie in die größte Berührung untereinander, mithin in die kleinste Berührung mit dem leeren Raum gekommen sind, d. i. eine Kugelgestalt gebildet haben. Wenn nun das genannte Insekt sich über die Oberfläche des Tropfens hinauszuarbeiten bestrebt ist, so muß es die Kugelgestalt verändern, folglich mehr Berührung des Wassers mit dem leeren Raum, und also auch weniger Berührung der Teile desselben untereinander bewirken, d. i. ihren Zusammenhang vermindern, und da widersteht ihm das Wasser allererst durch seinen Zusammenhang, aber nicht innerhalb dem Tropfen, wo die Berührung der Teile untereinander gar nicht vermindert, sondern nur in die Berührung mit andern Teilen verändert wird, mithin diese nicht im mindesten getrennt,

sondern nur verschoben worden. Auch kann man auf das mikroskopische Tierchen, und zwar aus ähnlichen Gründen anwenden, was Newton vom Lichtstrahl sagt, daß er nicht durch die dichte Materie, sondern nur durch den leeren Raum zurückgeschlagen werde. Es ist also klar, daß die Vergrößerung des Zusammenhanges der Teile einer Materie ihrer Flüssigkeit nicht den mindesten Abbruch tue. Wasser hängt in seinen Teilen weit stärker zusammen, als man gemeiniglich glaubt, wenn man sich auf den Versuch einer von der Oberfläche des Wassers losgerissenen metallenen Platte verläßt, welcher nichts entscheidet, weil hier das Wasser nicht in der ganzen Fläche der ersten Berührung, sondern in einer viel kleineren reißt, zu welcher es nämlich durch das Verschieben seiner Teile endlich gelangt ist, wie etwa ein Stab von weichem Wachse sich durch ein angehängt Gewicht erstlich dünner ziehen läßt, und alsdenn in einer weit kleineren Fläche reißen muß, als man anfänglich annahm. Was aber in Ansehung unsers Begriffs der Flüssigkeit ganz entscheidend ist, ist dieses: daß flüssige Materien auch als solche erklärt werden können, deren jeder Punkt nach allen Direktionen mit ebenderselben Kraft sich zu bewegen trachtet, mit welcher er nach irgendeiner gedrückt wird; eine Eigenschaft, auf der das erste Gesetz der Hydrodynamik beruht, die aber einer Anhäufung von glatten und dabei festen Körperchen, wie eine ganz leichte Auflösung ihres Drucks nach Gesetzen der zusammengesetzten Bewegung zeigen kann, niemals beigelegt werden kann, und dadurch die Originalität der Eigenschaft der Flüssigkeit beweiset. Würde nun die flüssige Materie das mindeste Hindernis des Verschiebens, mithin auch nur die kleinste Reibung erleiden, so würde diese mit der Stärke des Druckes, womit die Teile derselben aneinander gepreßt werden, wachsen und endlich ein Druck stattfinden, bei welchem die Teile dieser Materie sich nicht aneinander durch jede kleine Kraft verschieben lassen; z. B. in einer gebogenen Röhre von zwei Schenkeln, deren der eine so weit sein mag, als man will, der andere so enge, als man

will, außer daß er nur nicht ein Haarröhrchen ist, — würde, wenn man beide Schenkel einige hundert Fuß hoch denkt, die flüssige Materie in der engen ebenso hoch stehen als in der weiten, nach Gesetzen der Hydrostatik. Weil aber der Druck auf den Boden der Röhren und also auch auf den Teil, der beide in Gemeinschaft stehende Röhren verbindet, in Proportion der Höhen ins Unendliche immer größer gedacht werden kann, so müßte, wenn die mindeste Reibung zwischen den Teilen des Flüssigen stattfände, eine Höhe der Röhren gefunden werden können, bei der eine kleine Quantität Wasser, in die engere Röhre gegossen, das in der weiteren nicht aus seiner Lage verrücken, mithin die Wassersäule in dieser höher zu stehen kommen würde, als in jener, weil sich die unteren Teile, bei so großem Drucke derselben gegeneinander, nicht mehr durch so kleine bewegende Kraft, als das zugesetzte Gewicht Wasser ist, verschieben ließen, welches der Erfahrung und selbst dem Begriffe des Flüssigen zuwider ist. Ebendasselbe gilt, wenn man statt des Drucks durch die Schwere den Zusammenhang der Teile setzt, er mag so groß sein, wie er will. Die angeführte zweite Definition der Flüssigkeit, worauf das Grundgesetz der Hydrostatik beruht, nämlich daß sie die Eigenschaft einer Materie sei, da ein jeder Teil derselben sich nach allen Seiten mit ebenderselben Kraft zu bewegen bestrebt ist, womit er in einer gegebenen Direktion gedrückt wird, folgt aus der ersten Definition, wenn man damit den Grundsatz der allgemeinen Dynamik verbindet, daß alle Materie ursprünglich elastisch sei, da denn diese nach jeder Seite des Raums, darin sie zusammengedrückt ist, mit derselben Kraft sich zu erweitern, d. i. (wenn die Teile einer Materie sich aneinander durch jede Kraft ohne Hindernis verschieben lassen, wie es bei der flüssigen so wirklich ist) sich zu bewegen bestrebt sein muß, womit der Druck in einer jeden Richtung, welche es auch sei, geschiehet. Also sind es eigentlich nur die starren Materien (deren Möglichkeit noch außer dem Zusammenhange der Teile eines anderen Erklärungsgrundes bedarf), denen man Reibung beilegen darf, und die Reibung setzt

schon die Eigenschaft der Rigidität voraus. Warum aber gewisse Materien, ob sie gleich vielleicht nicht größere, vielleicht wohl gar kleinere Kraft des Zusammenhanges haben, als andere flüssige, dennoch dem Verschieben der Teile so mächtig widerstehen und daher nicht anders als durch Aufhebung des Zusammenhanges aller Teile in einer gegebenen Fläche zugleich sich trennen lassen, welches denn den Schein eines vorzüglichen Zusammenhanges gibt, wie also starre Körper möglich sein, das ist immer noch ein unaufgelöstes Problem, so leicht als auch die gemeine Naturlehre damit fertig zu werden glaubt.

3. **Elastizität** (Springkraft) ist das Vermögen einer Materie, ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Größe oder Gestalt bei Nachlassung derselben wiederum anzunehmen. Sie ist entweder expansive oder attraktive Elastizität; jene, um nach der Zusammendrückung das vorige größere, diese, um nach der Ausdehnung das vorige kleinere Volumen anzunehmen. (Die attraktive Elastizität, ist, wie es schon der Ausdruck zeigt, offenbar abgeleitet. Ein eiserner Draht, durch angehängte Gewichte gedehnt, springt, wenn man das Band abschneidet, in sein Volumen zurück. Vermöge derselben Attraktion, die die Ursache seines Zusammenhanges ist, oder bei flüssigen Materien, wenn die Wärme dem Quecksilber plötzlich entzogen würde, würde die Materie desselben eilen, um das vorige kleinere Volumen wieder anzunehmen. Die Elastizität, die bloß in Herstellung der vorigen Figur besteht, ist jederzeit attraktiv, wie an einer gebogenen Degenklinge, da die Teile auf der konvexen Fläche auseinander gezerret, ihre vorige Nahheit anzunehmen trachten, und so kann auch ein kleiner Tropfen Quecksilber elastisch genannt werden. Aber die expansive Elastizität kann eine ursprüngliche, sie kann aber auch eine abgeleitete sein. So hat die Luft eine abgeleitete Elastizität, vermittelst der Materie der Wärme, welche mit ihr innigst vereinigt ist, und deren Elastizität vielleicht ursprünglich ist. Dagegen muß der Grundstoff des Flüssigen, welches wir Luft nennen, dennoch als Materie überhaupt schon an sich Elastizität haben,

welche ursprünglich heißt. Von welcher Art eine wahrgenommene Elastizität sei, ist in vorkommenden Fällen nicht möglich, mit Gewißheit zu entscheiden.)

4. Die Wirkung bewegter Körper aufeinander durch Mitteilung ihrer Bewegung heißt **mechanisch**; die der Materien aber, sofern sie auch in Ruhe durch eigene Kräfte wechselseitig die Verbindung ihrer Teile verändern, heißt **chemisch**. Dieser chemische Einfluß heißt **Auflösung**, sofern er die Trennung der Teile einer Materie zur Wirkung hat (die mechanische Teilung, z. B. durch einen Keil, der zwischen die Teile einer Materie getrieben wird, ist also, weil der Keil nicht durch eigene Kraft wirkt, von einer chemischen gänzlich unterschieden); derjenige aber, der die Absonderung zweier durcheinander aufgelöseten Materien zur Wirkung hat, ist die **Scheidung**. Die Auflösung spezifisch verschiedener Materien durcheinander, darin kein Teil der einen angetroffen wird, der nicht mit einem Teil der andern von ihr spezifisch unterschiedenen in derselben Proportion, wie die Ganzen, vereinigt wäre, ist die absolute Auflösung, und kann auch die chemische Durchdringung genannt werden. Ob die auflösenden Kräfte, die in der Natur wirklich anzutreffen sind, eine vollständige Auflösung zu bewirken vermögen, mag unausgemacht bleiben. Hier ist nur die Frage davon, ob sich eine solche nur denken lasse. Nun ist offenbar, daß, solange die Teile einer aufgelöseten Materie noch Klümpchen *(moleculae)* sind, nicht minder eine Auflösung derselben möglich sei, als die der größeren, ja daß diese wirklich so lange fortgehen müsse, wenn die auflösende Kraft bleibt, bis kein Teil mehr da ist, der nicht aus dem Auflösungsmittel und der aufzulösenden Materie, in der Proportion, darin beide zueinander im Ganzen stehen, zusammengesetzt wäre. Weil also in solchem Falle kein Teil von dem Volumen der Auflösung sein kann, der nicht einen Teil des auflösenden Mittels enthielte, so muß dieses, als ein Kontinuum, das Volumen ganz erfüllen. Ebenso, weil kein Teil ebendesselben Volumens der Solution sein kann, der nicht einen proportionier-

lichen Teil der aufgelöseten Materie enthielte, so muß diese auch als ein Kontinuum den ganzen Raum, der das Volumen der Mischung ausmacht, erfüllen. Wenn aber zwei Materien, und zwar jede derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllen, so durchdringen sie einander. Also würde eine vollkommene chemische Auflösung eine Durchdringung der Materien sein, welche dennoch von der mechanischen gänzlich unterschieden wäre, indem bei der letzten gedacht wird, daß bei der größern Annäherung bewegter Materien die repulsive Kraft der einen die der andern gänzlich überwiegen, und eine oder beide ihre Ausdehnung auf nichts bringen können; da hingegen hier die Ausdehnung bleibt, nur daß die Materien nicht außer einander, sondern ineinander, d. i. durch Intussuszeption (wie man es zu nennen pflegt) zusammen einen der Summe ihrer Dichtigkeit gemäßen Raum einnehmen. Gegen die Möglichkeit dieser vollkommenen Auflösung und also der chemischen Durchdringung ist schwerlich etwas einzuwenden, obgleich sie eine vollendete Teilung ins Unendliche enthält, die in diesem Falle doch keinen Widerspruch in sich faßt, weil die Auflösung eine Zeit hindurch kontinuierlich, mithin gleichfalls durch eine unendliche Reihe Augenblicke mit Akzeleration geschieht, überdem durch die Teilung die Summe der Oberflächen der noch zu teilenden Materien wachsen, und da die auflösende Kraft kontinuierlich wirkt, die gänzliche Auflösung in einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Die Unbegreiflichkeit einer solchen chemischen Durchdringung zweier Materien ist auf Rechnung der Unbegreiflichkeit der Teilbarkeit eines jeden Kontinuum überhaupt ins Unendliche zu schreiben. Geht man von dieser vollständigen Auflösung ab, so muß man annehmen, sie ginge nur bis zu[a]) gewissen kleinen Klumpen der aufzulösenden Materie, die in dem Auflösungsmittel in gesetzten Weiten voneinander schwimmen, ohne daß man den mindesten Grund angeben kann, warum diese Klümpchen, da sie doch immer teilbare Materien sind, nicht gleichfalls aufgelöset

a) „zu“ fehlt in A′ A″ korr. A‴.

werden. Denn daß das Auflösungsmittel nicht weiter wirke, mag immer in der Natur, so weit Erfahrung reicht, seine gute Richtigkeit haben; es ist hier aber nur die Rede von der Möglichkeit einer auflösenden Kraft, die auch dieses Klümpchen und so ferner jedes andere, was noch übrig bleibt, auflöse, bis die Solution vollendet ist. Das Volumen, was die Auflösung einnimmt, kann der Summe der Räume, die die einander auflösende Materien vor der Mischung einnahmen, gleich, oder kleiner, oder auch größer sein, nachdem die anziehenden Kräfte gegen die Zurückstoßungen in Verhältnis stehen. Sie machen in der Auflösung jedes[a]) für sich und beide vereinigt ein elastisches Medium aus. Dieses kann auch allein einen hinreichenden Grund angeben, warum die aufgelösete Materie sich durch ihre Schwere nicht wiederum vom auflösenden Mittel scheide. Denn die Anziehung des letzteren, da sie nach allen Seiten gleich stark geschieht, hebt ihren Widerstand selbst auf, und eine gewisse Klebrigkeit im Flüssigen anzunehmen, stimmt auch gar nicht mit der großen Kraft, die dergleichen aufgelösete Materien, z. B. die Säuren, mit Wasser verdünnt, auf metallische Körper ausüben, an die sie sich nicht bloß anlegen, wie es geschehen müßte, wenn sie bloß in ihrem Medium schwömmen, sondern die sie mit großer Anziehungskraft von einander trennen und im ganzen Raume des Vehikels verbreiten. Gesetzt auch, daß die Kunst keine chemische Auflösungskräfte dieser Art, die eine vollständige Auflösung bewirkten, in ihrer Gewalt hätte, so könnte doch vielleicht die Natur sie in ihren vegetabilischen und animalischen Operationen beweisen, und dadurch vielleicht Materien erzeugen, die, ob sie zwar gemischt sind, doch keine Kunst wiederum scheiden kann. Diese chemische Durchdringung könnte auch selbst da angetroffen werden, wo die eine beider Materien durch die andere eben nicht zertrennt und im buchstäblichen Sinne aufgelöset wird, so wie etwa der Wärmestoff die Körper durchdringt, da, wenn er sich

a) Höfler Ak. Ausg. schlägt vor: „jede“ was auf „auflösenden Materien“ und nicht auf „Volumen“ zu beziehen wäre.

nur in leere Zwischenräume derselben verteilete, die feste Substanz selbst kalt bleiben würde, weil diese nichts von ihr einnehmen könnte. Imgleichen könnte man sich sogar einen scheinbarlich freien Durchgang gewisser Materien durch andere auf solche Weise denken, z. B. der magnetischen Materie, ohne ihr dazu offene Gänge und leere Zwischenräume in allen, selbst den dichtesten Materien vorzubereiten. Doch es ist hier nicht der Ort, Hypothesen zu besonderen Erscheinungen, sondern nur das Prinzip, wornach sie alle zu beurteilen sind, ausfindig zu machen. Alles, was uns der Bedürfnis überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft, den Mangel der inneren Naturkenntnis durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte sind in der Naturlehre ohngefähr das, was der blinde Zufall und das blinde Schicksal in der metaphysischen Weltwissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die herrschende[a]) Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme, oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde.

Was nun aber das Verfahren in der Naturwissenschaft in Ansehung der vornehmsten aller ihrer Aufgaben, nämlich der Erklärung einer ins Unendliche möglichen spezifischen Verschiedenheit der Materien betrifft, so kann man dabei nur zwei Wege einschlagen: den mechanischen, durch die Verbindung des Absolutvollen mit dem Absolutleeren, oder einen ihm entgegengesetzten dynamischen Weg, durch die bloße Verschiedenheit in der Verbindung der ursprünglichen Kräfte der Zurückstoßung und Anziehung alle Verschiedenheiten der Materien zu erklären. Der erste hat zu Materialien seiner Ableitung die Atomen und das Leere. Ein Atom ist ein kleiner Teil der Materie, der physisch unteilbar ist. Physisch unteilbar ist eine Materie, deren Teile mit einer Kraft zusammenhängen, die durch keine in der Natur befindliche bewegende Kraft überwältigt werden kann.

a) Hartenstein „forschende“.

Ein Atom, sofern er sich durch seine Figur von andern spezifisch unterscheidet, heißt ein erstes Körperchen. Ein Körper (oder Körperchen), dessen bewegende Kraft von seiner Figur abhängt, heißt Maschine. Die Erklärungsart der spezifischen Verschiedenheit der Materien durch die Beschaffenheit und Zusammensetzung ihrer kleinsten Teile, als Maschinen, ist die mechanische Naturphilosopsie; diejenige aber, welche aus Materien, nicht als Maschinen, d. i. bloßen Werkzeugen äußerer bewegenden Kräfte, sondern ihnen ursprünglich eigenen bewegenden Kräften der Anziehung und Zurückstoßung die spezifische Verschiedenheit der Materie ableitet, kann die dynamische Naturphilosophie genannt werden. (Die mechanische Erklärungsart, da sie der Mathematik am fügsamsten ist, hat unter dem Namen der Atomistik oder Korpuskularphilosophie mit weniger Abänderung vom alten Demokrit an bis auf Cartesen und selbst bis zu unseren Zeiten immer ihr Ansehen und Einfluß auf die Prinzipien der Naturwissenschaft erhalten. Das Wesentliche derselben besteht in der Voraussetzung der absoluten Undurchdringlichkeit der primitiven Materie, in der absoluten Gleichartigkeit dieses Stoffs und dem allein übrig gelassenen Unterschiede in der Gestalt, und in der absoluten Unüberwindlichkeit des Zusammenhanges der Materie in diesen Grundkörperchen selbst. Dies waren die Materialien zu Erzeugung der spezifisch verschiedenen Materien, um nicht allein zu der Unveränderlichkeit der Gattungen und Arten einen unveränderlichen und gleichwohl verschiedentlich gestalteten Grundstoff bei der Hand[a]) zu haben, sondern auch aus der Gestalt dieser ersten Teile, als Maschinen (denen nichts weiter, als eine äußerlich eingedrückte Kraft fehlte), die mancherlei Naturwirkungen mechanisch zu erklären. Die erste und vornehmste Beglaubigung dieses Systems aber beruht auf der vorgeblich unvermeidlichen Notwendigkeit, zum spezifischen Unterschiede der Dichtigkeit der Materien leere Räume zu brauchen, die man

a) A′ A″ „bei Hand“ korr. A‴.

innerhalb der Materien und zwischen jenen Partikeln verteilt, in einer Proportion, wie man sie nötig fand, zum Behuf einiger Erscheinungen gar so groß, daß der erfüllete Teil des Volumens, auch der dichtesten Materie, gegen den leeren beinahe für nichts zu halten ist, annahm. — Um nun eine dynamische Erklärungsart einzuführen (die der Experimentalphilosophie weit angemessener und beförderlicher ist, indem sie geradezu darauf leitet, die den Materien eigene bewegende Kräfte und deren Gesetze auszufinden, die Freiheit dagegen einschränkt, leere Zwischenräume und Grundkörperchen von bestimmten Gestalten anzunehmen, die sich beide durch kein Experiment bestimmen und ausfindig machen lassen), ist es gar nicht nötig, neue Hypothesen zu schmieden, sondern allein das Postulat der bloß mechanischen Erklärungsart: daß es unmöglich sei, sich einen spezifischen Unterschied der Dichtigkeit der Materien ohne Beimischung leerer Räume zu denken, durch die bloße Anführung einer Art, wie er sich ohne Widerspruch denken lasse, zu widerlegen. Denn wenn das gedachte Postulat, worauf die bloß mechanische Erklärungsart fußet, nur erst als Grundsatz für ungültig erkläret worden, so versteht es sich von selbst, daß man es als Hypothese in der Naturwissenschaft nicht aufnehmen müsse, solange noch eine Möglichkeit übrig bleibt, den spezifischen Unterschied der Dichtigkeiten sich auch ohne alle leere Zwischenräume zu denken. Diese Notwendigkeit aber beruht darauf, daß die Materie nicht (wie bloß mechanische Naturforscher annehmen) durch absolute Undurchdringlichkeit ihren Raum erfüllt, sondern durch repulsive Kraft, die ihren Grad hat, der in verschiedenen Materien verschieden sein kann, und, da er für sich nichts mit der Anziehungskraft, welche der Quantität der Materie gemäß ist, gemein hat, sie bei einerlei Anziehungskraft in verschiedenen Materien dem Grade nach ursprünglich[a]) verschieden sein könne, folglich auch der Grad der Ausdehnung dieser Materien bei derselben Quantität der Materie und um-

a) „als ursprünglich“ A′ A″ A‴ korr. Rosenkranz.

gekehrt die Quantität der Materie unter demselben Volumen, d. i. die Dichtigkeit derselben ursprünglich gar große spezifische Verschiedenheiten zulasse. Auf diese Art würde man es nicht unmöglich finden, sich eine Materie zu denken (wie man sich etwa den Äther vorstellt), die ihren Raum ohne alles Leere ganz erfüllete, und doch mit ohne Vergleichung minderer Quantität der Materie unter gleichem Volumen, als alle Körper, die wir unseren Versuchen unterwerfen können. Die repulsive Kraft muß am Äther, in Verhältnis auf die eigene Anziehungskraft desselben, ohne Vergleichung größer gedacht werden, als an allen andern uns bekannten Materien. Und das ist denn auch das einzige, was wir bloß darum annehmen, weil es sich denken läßt, nur zum Widerspiel einer Hypothese (der leeren Räume), die sich allein auf das Vorgeben stützt, daß sich dergleichen ohne leere Räume nicht denken lasse. Denn außer diesem darf weder irgendein Gesetz der anziehenden, noch zurückstoßenden Kraft auf Mutmaßungen *a priori* gewagt, sondern alles, selbst die allgemeine Attraktion, als Ursache der Schweren, muß samt ihrem Gesetze aus Datis der Erfahrung geschlossen werden. Noch weniger wird dergleichen bei den chemischen Verwandtschaften anders als durch den Weg des Experiments versucht werden dürfen. Denn es ist überhaupt über dem[a]) Gesichtskreis unserer Vernunft gelegen, ursprüngliche Kräfte *a priori* ihrer Möglichkeit nach einzusehen, vielmehr besteht alle Naturphilosophie in der Zurückführung gegebener, dem Anscheine nach verschiedener Kräfte auf eine geringere Zahl Kräfte und Vermögen, die zur Erklärung der Wirkungen der ersten zulangen, welche Reduktion aber nur bis zu Grundkräften fortgeht, über die unsere Vernunft nicht hinaus kann. Und so ist Nachforschung der Metaphysik, hinter dem, was dem empirischen Begriffe der Materie zum Grunde liegt, nur zu der Absicht nützlich, die Naturphilosophie, so weit als es immer möglich ist, auf die Erforschung der dynamischen Erklärungsgründe zu leiten, weil diese

a) „den“ A′ u. A″.

allein bestimmte Gesetze, folglich wahren Vernunftzusammenhang der Erklärungen hoffen lassen.

Dies ist nun alles, was Metaphysik zur Konstruktion des Begriffs der Materie, mithin zum Behuf der Anwendung der Mathematik auf Naturwissenschaft, in Ansehung der Eigenschaften, wodurch Materie einen Raum in bestimmtem Maße erfüllet, nur immer leisten kann, nämlich diese Eigenschaften als dynamisch anzusehen und nicht als unbedingte ursprüngliche Positionen, wie sie etwan eine bloß mathematische Behandlung postulieren würde.

Den Beschluß kann die bekannte Frage wegen der Zulässigkeit leerer Räume in der Welt machen. Die Möglichkeit derselben läßt sich nicht streiten. Denn zu allen Kräften der Materie wird Raum erfodert, und da dieser auch die Bedingungen der Gesetze der Verbreitung jener erhält, notwendig vor aller Materie vorausgesetzt. So wird der Materie Attraktionskraft beigelegt, sofern sie einen Raum um sich durch Anziehung einnimmt, ohne ihn gleichwohl zu erfüllen, der also selbst da, wo Materie wirksam ist, als leer gedacht werden kann, weil sie da nicht durch Zurückstoßungskräfte wirksam ist und ihn also nicht erfüllt. Allein leere Räume als wirklich anzunehmen, dazu kann uns keine Erfahrung, oder Schluß aus derselben, oder notwendige Hypothesis, sie zu erklären, berechtigen. Denn alle Erfahrung gibt uns nur komparativleere Räume zu erkennen, welche, nach allen beliebigen Graden aus der Eigenschaft der Materie, ihren Raum mit größerer oder bis ins Unendliche immer kleinerer Ausspannungskraft zu erfüllen, vollkommen erklärt werden können, ohne leere Räume zu bedürfen.

Drittes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Mechanik.

Erklärung 1.

Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, bewegende Kraft hat.

Anmerkung.

Dieses ist nun die dritte Definition von einer Materie. Der bloß dynamische Begriff konnte die Materie auch als in Ruhe betrachten; die bewegende Kraft, die da in Erwägung gezogen wurde, betraf bloß die Erfüllung eines gewissen Raumes, ohne daß die Materie, die ihn erfüllete, selbst als bewegt angesehen werden durfte. Die Zurückstoßung war daher eine ursprünglich-bewegende Kraft, um Bewegung zu erteilen; dagegen wird in der Mechanik die Kraft einer in Bewegung gesetzten Materie betrachtet, um diese Bewegung einer andern mitzuteilen. Es ist aber klar, daß das Bewegliche durch seine Bewegung keine bewegende Kraft haben würde, wenn es nicht ursprünglich-bewegende Kräfte besäße, dadurch es vor aller eigener Bewegung in jedem Orte, da es sich befindet, wirksam ist, und daß keine Materie einer

anderen[a]), die ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege liegt, gleichmäßige Bewegung eindrücken würde, wenn beide nicht ursprüngliche Gesetze der Zurückstoßung besäßen, noch daß sie eine andere durch ihre Bewegung nötigen könne, in der geraden Linie ihr zu folgen (sie nachschleppen könnte), wenn beide nicht Anziehungskräfte besäßen. Also setzen alle mechanische Gesetze die dynamische voraus, und eine Materie, als bewegt, kann keine bewegende Kraft haben, als nur vermittelst ihrer Zurückstoßung oder Anziehung, auf welche und mit welchen sie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt und dadurch ihre eigene Bewegung einer anderen mitteilt. Man wird es mir nachsehen, daß ich der Mitteilung der Bewegung durch Anziehung (z. B. wenn etwa ein Komet von stärkerem Anziehungsvermögen, als die Erde, im Vorbeigehen vor derselben sie nach sich fortschleppte) hier nicht weiter Erwähnung tun werde, sondern nur der Vermittelung der repulsiven Kräfte, also durch Druck (wie vermittelst gespannter Federn) oder durch Stoß, da ohnedem die Anwendung der Gesetze der einen auf die der anderen nur in Ansehung der Richtungslinie verschieden, übrigens aber in beiden Fällen einerlei ist.

Erklärung 2.

Die Quantität der Materie ist die Menge des Beweglichen in einem bestimmten Raum. Dieselbe, sofern alle ihre Teile in ihrer Bewegung als zugleich wirkend (bewegend) betrachtet werden, heißt die Masse, und man sagt, eine Materie wirke in Masse, wenn alle ihre Teile in einerlei Richtung bewegt, außer sich zugleich ihre bewegende Kraft ausüben. Eine Masse von bestimmter Gestalt heißt ein Körper (in mechanischer Bedeutung). Die Größe der Bewegung (mechanisch geschätzt) ist diejenige, die durch die Quantität der bewegten

a) „eine andere“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

Materie und ihre Geschwindigkeit zugleich geschätzt wird, phoronomisch besteht sie bloß in dem Grade der Geschwindigkeit.

Lehrsatz 1.

Die Quantität der Materie kann in Vergleichung mit jeder anderen nur durch die Quantität der Bewegung bei gegebener Geschwindigkeit geschätzt werden.

Beweis.

Die Materie ist ins Unendliche teilbar, folglich kann keiner ihre Quantität durch eine Menge ihrer Teile unmittelbar bestimmt werden. Denn wenn dieses auch in der Vergleichung der gegebenen Materie mit einer gleichartigen geschieht, in welchem Falle die Quantität der Materie der Größe des Volumens proportional ist, so ist dieses doch der Foderung des Lehrsatzes, daß sie in Vergleichung mit jeder anderen (auch spezifisch verschiedenen) geschätzt werden soll, zuwider. Also kann die Materie weder unmittelbar noch mittelbar, in Vergleichung mit jeder andern gültig geschätzt werden, solange man von ihrer eigenen Bewegung abstrahiert. Folglich ist kein anderes allgemein gültiges Maß derselben, als die Quantität ihrer Bewegung übrig. In dieser aber kann der Unterschied der Bewegung, der auf der verschiedenen Quantität der Materien beruht, nur alsdenn gegeben werden, wenn die Geschwindigkeit unter den verglichenen Materien als gleich angenommen wird, folglich usw.

Zusatz.

Die Quantität der Bewegung der Körper ist in zusammengesetztem Verhältnis aus dem der Quantität ihrer Materie und ihrer Geschwindigkeit, d. i. es ist einerlei, ob ich die Quantität der Materie eines Körpers doppelt so groß mache und die Geschwindigkeit behalte, oder ob ich die Geschwindigkeit verdoppele

und eben diese Masse behalte. Denn der bestimmte Begriff von einer Größe ist nur durch die Konstruktion des Quantum möglich. Diese ist aber in Ansehung des Begriffs der Quantität nichts, als die Zusammensetzung des Gleichgeltenden; folglich ist die Konstruktion der Quantität einer Bewegung die Zusammensetzung vieler einander gleichgeltender Bewegungen. Nun ist es nach den phoronomischen Lehrsätzen einerlei, ob ich einem Beweglichen einen gewissen Grad Geschwindigkeit oder vielen gleich Beweglichen alle kleinere Grade der Geschwindigkeit erteile, die aus der durch die Menge des Beweglichen dividierten gegebenen Geschwindigkeit herauskommen. Hieraus entspringt zuerst ein dem Anscheine nach phoronomischer Begriff von der Quantität einer Bewegung, als zusammengesetzt aus viel Bewegungen außer einander, aber doch in einem Ganzen vereinigter, beweglicher Punkte. Werden nun diese Punkte als etwas gedacht, was durch seine Bewegung bewegende Kraft hat, so entspringt daraus der mechanische Begriff von der Quantität der Bewegung. In der Phoronomie aber ist es nicht tunlich, sich eine Bewegung als aus vielen außerhalb einander befindlichen zusammengesetzt vorzustellen, weil das Bewegliche, da es daselbst ohne alle bewegende Kraft vorgestellt wird, in aller Zusammensetzung mit mehreren seiner Art keinen Unterschied der Größe der Bewegung gibt, als die mithin bloß in der Geschwindigkeit besteht. Wie die Quantität der Bewegung eines Körpers zu der eines anderen, so verhält sich auch die Größe ihrer Wirkung, aber wohl zu verstehen, der ganzen Wirkung. Diejenige, welche bloß die Größe eines mit Widerstande erfülleten Raums (z. B. die Höhe, zu welcher ein Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit wider die Schwere steigen, oder die Tiefe, zu der derselbe in weiche Materien dringen kann) zum Maße der ganzen Wirkung annahmen, brachten ein anderes Gesetz der bewegenden Kräfte bei wirklichen Bewegungen heraus, nämlich das des zusammengesetzten Verhältnisses aus dem der Quantität der Materien und der Quadrate ihrer Geschwindigkeiten; allein sie übersahen die Größe der Wirkung in der gegebenen Zeit,

in welcher der Körper seinen Raum mit kleinerer Geschwindigkeit zurücklegt, und diese kann doch allein das Maß einer, durch einen gegebenen gleichförmigen Widerstand erschöpften Bewegung sein. Es kann also auch kein Unterschied zwischen lebendigen und toten Kräften stattfinden, wenn die bewegende Kräfte mechanisch, d. i. als diejenige, die die Körper haben, sofern sie selbst bewegt sind, betrachtet werden, es mag nun die Geschwindigkeit ihrer Bewegung endlich oder unendlich klein sein (bloße Bestrebung zur Bewegung); vielmehr würde man weit schicklicher diejenigen Kräfte, womit die Materie, wenn man auch von ihrer eigenen Bewegung, auch sogar von der Bestrebung, sich zu bewegen, gänzlich abstrahiert, in andere wirkt, folglich die ursprünglich bewegende Kräfte der Dynamik tote Kräfte, alle mechanische[a]), d. i. durch eigene Bewegung bewegende Kräfte dagegen lebendige Kräfte nennen können, ohne auf den Unterschied der Geschwindigkeit zu sehen, deren Grad auch unendlich klein sein darf, wenn ja noch diese Benennungen toter und lebendiger Kräfte beibehalten zu werden verdienten.

Anmerkung.

Wir wollen, um Weitläuftigkeit zu vermeiden, die Erläuterung der vorstehenden drei Sätze in einer Anmerkung zusammenfassen.

Daß die Quantität der Materie nur als die Menge des Beweglichen (außerhalb einander) könne gedacht werden, wie die Definition es aussagt, ist ein merkwürdiger und Fundamentalsatz der allgemeinen Mechanik. Denn dadurch wird angezeigt, daß Materie keine andere Größe habe, als die, welche in der Menge des Mannigfaltigen außerhalb einander besteht, folglich auch keinen Grad der bewegenden Kraft mit gegebener Geschwindigkeit, der von dieser Menge unabhängig wäre und bloß als intensive Größe betrachtet werden könnte, welches allerdings stattfinden würde, wenn die Materie aus Monaden be-

a) „mechanisch“ A′ A″ korr. A‴.

stände, deren Realität in aller Beziehung einen Grad haben muß, welcher größer oder kleiner sein kann, ohne von einer Menge der Teile außer einander abzuhängen. Was den Begriff der Masse in ebenderselben Erklärung betrifft, so kann man ihn nicht, wie gewöhnlich, mit dem der Quantität für einerlei halten. Flüssige Materien können durch ihre eigene Bewegung in Masse, sie können aber auch im Flusse wirken. Im sogenannten Wasserhammer wirkt das anstoßende Wasser in Masse, d. i. mit allen seinen Teilen zugleich; eben das geschieht auch im Wasser, welches, in einem Gefäße eingeschlossen, durch sein Gewicht auf die Wagschale, darauf es steht, drückt. Dagegen wirkt das Wasser eines Mühlbachs auf die Schaufel des unterschlägigen Wasserrades nicht in Masse, d. i. mit allen seinen Teilen, die gegen diese anlaufen, zugleich, sondern nur nacheinander. Wenn also hier die Quantität der Materie, die, mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, die bewegende Kraft hat, bestimmt werden soll, so muß man allererst den Wasserkörper, d. i. diejenige Quantität der Materie, die, wenn sie in Masse mit einer gewissen Geschwindigkeit wirkt (mit ihrer Schwere), dieselbe Wirkung hervorbringen kann, suchen. Daher versteht man auch gewöhnlich unter dem Worte Masse die Quantität der Materie eines festen Körpers (das Gefäß, darin ein Flüssiges eingeschlossen ist, vertritt auch die Stelle der Festigkeit desselben). Was endlich den Lehrsatz mit dem angehängten Zusatz zusammen betrifft, so liegt darin etwas Befremdliches, daß, nach dem ersteren, die Quantität der Materie durch die Quantität der Bewegung mit gegebener Geschwindigkeit, nach dem zweiten aber wiederum die Quantität der Bewegung (eines Körpers, denn die eines Punkts besteht bloß aus dem Grade der Geschwindigkeit), bei derselben Geschwindigkeit durch die Quantität der bewegten Materie geschätzt werden müsse, welches im Zirkel herum zu gehen und weder von einem, noch dem anderen einen bestimmten Begriff zu versprechen scheint. Allein dieser vermeinte Zirkel würde es wirklich sein, wenn er eine wechselseitige Ableitung zweier identischen Begriffe voneinander wäre. Nun aber ent-

hält er nur einerseits die Erklärung eines Begriffs, andererseits die der Anwendung desselben auf Erfahrung. Die Quantität des Beweglichen im Raume ist die Quantität der Materie; aber diese Quantität der Materie (die Menge des Beweglichen) beweiset sich in der Erfahrung nur allein durch die Quantität der Bewegung bei gleicher Geschwindigkeit (z. B. durchs Gleichgewicht).

Noch ist zu merken, daß die Quantität der Materie die Quantität der Substanz im Beweglichen sei, folglich nicht die Größe einer gewissen Qualität derselben (der Zurückstoßung oder Anziehung, die in der Dynamik angeführt werden), und daß das Quantum der Substanz hier nichts anderes, als die bloße Menge des Beweglichen bedeute, welches die Materie ausmacht. Denn nur diese Menge des Bewegten kann bei derselben Geschwindigkeit einen Unterschied in der Quantität der Bewegung geben. Daß aber die bewegende Kraft, die eine Materie in ihrer eigenen Bewegung hat, allein die Quantität der Substanz beweise, beruht auf dem Begriffe der letzteren als dem letzten Subjekt (das weiter kein Prädikat von einem andern ist) im Raume, welches eben darum keine andere Größe haben kann, als die der Menge des Gleichartigen außerhalb einander. Da nun die eigene Bewegung der Materie ein Prädikat ist, welches ihr Subjekt (das Bewegliche) bestimmt, und an einer Materie, als einer Menge des Beweglichen, die Vielheit der bewegten Subjekte (bei gleicher Geschwindigkeit auf gleiche Art) angibt, welches bei dynamischen Eigenschaften, deren Größe auch die Größe der Wirkung von einem einzigen Subjekte sein kann (z. B. da ein Luftteilchen mehr oder weniger Elastizität haben kann), nicht der Fall ist, so erhellet daraus, wie die Quantität der Substanz an einer Materie nur mechanisch, d. i. durch die Quantität der eigenen Bewegung derselben, und nicht dynamisch, durch die Größe der ursprünglich bewegenden Kräfte, geschätzt werden müsse. Gleichwohl kann die ursprüngliche Anziehung, als die Ursache der allgemeinen Gravitation, doch ein Maß der Quantität der Materie und ihrer Substanz abgeben (wie das wirklich in der Ver-

gleichung der Materien durch Abwiegen geschieht), obgleich hier nicht eigene Bewegung der anziehenden Materie, sondern ein dynamisch Maß, nämlich Anziehungskraft, zum Grunde gelegt zu sein scheint. Aber weil bei dieser Kraft die Wirkung einer Materie mit allen ihren Teilen unmittelbar auf alle Teile einer andern geschieht, und also (bei gleichen Entfernungen) offenbar der Menge der Teile proportioniert ist, der ziehende Körper sich dadurch auch selbst eine Geschwindigkeit der eigenen Bewegung erteilt (durch den Widerstand des gezogenen), welche, in gleichen äußeren Umständen, gerade der Menge seiner Teile proportioniert ist, so geschieht die Schätzung hier obzwar nur indirekt, doch in der Tat mechanisch.

Lehrsatz 2.

Erstes Gesetz der Mechanik. Bei allen Veränderungen der körperlichen Natur bleibt die Quantität der Materie im Ganzen dieselbe, unvermehrt und unvermindert.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, daß bei allen Veränderungen der Natur keine Substanz weder entstehe, noch vergehe, und hier wird nur dargetan, was in der Materie die Substanz sei.) In jeder Materie ist das Bewegliche im Raume das letzte Subjekt aller der Materie inhärierenden Akzidenzen, und die Menge dieses Beweglichen außerhalb einander die Quantität der Substanz. Also ist die Größe der Materie, der Substanz nach, nichts anders, als die Menge der Substanzen, daraus sie besteht. Es kann also die Quantität der Materie nicht vermehrt oder vermindert werden, als dadurch, daß neue Substanz derselben entsteht oder vergeht. Nun entsteht und vergeht bei allem Wechsel der Materie die Substanz niemals; also wird auch die Quantität der Materie dadurch weder vermehrt, noch vermindert, sondern bleibt immer dieselbe, und zwar

im Ganzen, d. i. so, daß sie irgend in der Welt in derselben Quantität fortdauert, obgleich diese oder jene Materie durch Hinzukunft oder Absonderung der Teile vermehrt oder vermindert werden kann.

Anmerkung.

Das Wesentliche, was in diesem Beweise die[a]) Substanz, die nur im Raume und nach Bedingungen desselben, folglich als Gegenstand äußerer Sinne möglich ist, charakterisieret, ist, daß ihre Größe nicht vermehrt oder vermindert werden kann, ohne daß Substanz entstehe oder vergehe, darum, weil alle Größe eines bloß im Raum möglichen Objekts aus Teilen außerhalb einander bestehen muß, diese also, wenn sie real (etwas Bewegliches) sind, notwendig Substanzen sein müssen. Dagegen kann das, was als Gegenstand des inneren Sinnes betrachtet wird, als Substanz eine Größe haben, die nicht aus Teilen außerhalb einander besteht, deren Teile also auch nicht Substanzen sind, deren Entstehen oder Vergehen folglich auch nicht ein Entstehen oder Vergehen einer Substanz sein darf, deren Vermehrung oder Verminderung daher, dem Grundsatze von der Beharrlichkeit der Substanz unbeschadet, möglich ist. So hat nämlich das Bewußtsein, mithin die Klarheit der Vorstellungen meiner Seele, und, derselben zufolge, auch das Vermögen des Bewußtseins, die Apperzeption, mit diesem aber selbst die Substanz der Seele einen Grad, der größer oder kleiner werden kann, ohne daß irgendeine Substanz zu diesem Behuf entstehen oder vergehen dürfte. Weil aber bei allmählicher Verminderung dieses Vermögens der Apperzeption endlich ein gänzliches Verschwinden derselben erfolgen müßte, so würde doch selbst die Substanz der Seele einem allmähligen Vergehen unterworfen sein, ob sie schon einfacher Natur wäre, weil dieses Verschwinden ihrer Grundkraft nicht durch Zerteilung (Absonderung der Substanz von einem Zusammengesetzten), sondern gleichsam durch Erlöschen, und auch dieses nicht in

a) „der“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

einem Augenblicke, sondern durch allmählige Nachlassung des Grades derselben, es sei aus welcher Ursache es wolle, erfolgen könnte. Das Ich, das allgemeine Korrelat der Apperzeption und selbst bloß ein Gedanke, bezeichnet, als ein bloßes Vorwort, ein Ding von unbestimmter Bedeutung, nämlich das Subjekt aller Prädikate, ohne irgendeine Bedingung, die diese Vorstellung des Subjekts von dem eines Etwas überhaupt unterschiede, also Substanz, von der man, was sie sei, durch diesen Ausdruck keinen Begriff hat. Dagegen der Begriff einer Materie als Substanz der Begriff des Beweglichen im Raume ist. Es ist daher kein Wunder, wenn von der letzteren die Beharrlichkeit der Substanz bewiesen werden kann, von der ersteren aber nicht, weil bei der Materie schon aus ihrem Begriffe, nämlich daß sie das Bewegliche sei, das nur im Raume möglich ist, fließt, daß das, was in ihr Größe hat, eine Vielheit des Realen außer einander, mithin der Substanzen, enthalte, und folglich die Quantität derselben nur durch Zerteilung, welche kein Verschwinden ist, vermindert werden könne, und das letztere in ihr nach dem Gesetze der Stetigkeit auch unmöglich sein würde. Der Gedanke Ich ist dagegen gar kein Begriff, sondern nur innere Wahrnehmung, aus ihm kann also auch gar nichts (außer der gänzliche Unterschied eines Gegenstandes des inneren Sinnes von dem, was bloß als Gegenstand äußerer Sinne gedacht wird), folglich auch nicht die Beharrlichkeit der Seele, als Substanz, gefolgert werden.

Lehrsatz 3.

Zweites Gesetz der Mechanik. Alle Veränderung der Materie hat eine äußere Ursache. (Ein jeder Körper beharrt in seinem Zustande der Ruhe oder Bewegung, in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, wenn er nicht durch eine äußere Ursache genötigt wird, diesen Zustand zu verlassen).

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik wird der Satz zum Grunde gelegt, daß alle Veränderung eine Ursache habe; hier soll von der Materie nur bewiesen werden, daß ihre Veränderung jederzeit eine äußere Ursache haben müsse.) Die Materie, als bloßer Gegenstand äußerer Sinne, hat keine andere Bestimmungen, als die der äußeren Verhältnisse im Raume, und erleidet also auch keine Veränderungen, als durch Bewegung. In Ansehung dieser, als Wechsels einer Bewegung mit einer andern, oder derselben mit der Ruhe, und umgekehrt, muß eine Ursache derselben angetroffen werden (nach Prinz. der Metaph.). Diese Ursache aber kann nicht innerlich sein, denn die Materie hat keine schlechthin innere Bestimmungen und Bestimmungsgründe. Also ist alle Veränderung einer Materie auf äußere Ursache gegründet (d. i. ein Körper beharrt usw.).

Anmerkung.

Dieses mechanische Gesetz muß allein das Gesetz der Trägheit *(lex inertiae)* genannt werden; das Gesetz der einer jeden Wirkung entgegengesetzten gleichen Gegenwirkung kann diesen Namen nicht führen. Denn dieses sagt, was die Materie tut, jenes aber nur, was sie nicht tut, welches dem Ausdrucke der Trägheit besser angemessen ist. Die Trägheit der Materie ist und bedeutet nichts anders, als ihre Leblosigkeit, als Materie an sich selbst. Leben heißt das Vermögen einer Substanz, sich aus einem inneren Prinzip zum Handeln, einer endlichen Substanz sich zur Veränderung, und einer materiellen Substanz sich zur Bewegung oder Ruhe, als Veränderung ihres Zustandes, zu bestimmen. Nun kennen wir kein anderes inneres Prinzip einer Substanz, ihren Zustand zu verändern, als das Begehren, und überhaupt keine andere innere Tätigkeit, als Denken, mit dem, was davon abhängt, Gefühl der Lust oder Unlust und Begierde oder Willen. Diese Bestimmungsgründe aber und Handlungen gehören gar

nicht zu den Vorstellungen äußerer Sinne und also auch nicht zu den Bestimmungen der Materie als Materie. Also ist alle Materie als solche leblos. Das sagt der Satz der Trägheit, und nichts mehr. Wenn wir die Ursache irgendeiner Veränderung der Materie im Leben suchen, so werden wir es auch sofort in einer anderen, von der Materie verschiedenen, obzwar mit ihr verbundenen Substanz zu suchen haben. Denn in der Naturkenntnis ist es nötig, zuvor die Gesetze der Materie als einer solchen zu kennen und sie von dem Beitritte aller anderen wirkenden Ursachen zu läutern, ehe man sie damit verknüpft, um wohl zu unterscheiden, was und wie jede derselben für sich allein wirke. Auf dem Gesetze der Trägheit (neben dem der Beharrlichkeit der Substanz) beruht die Möglichkeit einer eigentlichen Naturwissenschaft ganz und gar. Das Gegenteil des erstern, und daher auch der Tod aller Naturphilosophie, wäre der Hylozoism. Aus ebendemselben Begriffe der Trägheit, als bloßer Leblosigkeit, fließt von selbst, daß sie nicht ein positives Bestreben, seinen Zustand zu erhalten, bedeute. Nur lebende Wesen werden in diesem letzteren Verstande träg genannt, weil sie eine Vorstellung von einem anderen Zustande haben, den sie verabscheuen, und ihre Kraft dagegen anstrengen.

Lehrsatz 4.

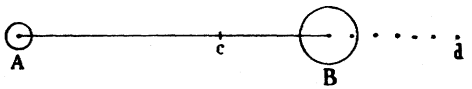
Drittes mechanisches Gesetz. In aller Mitteilung der Bewegung sind Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich.

Beweis.

(Aus der allgemeinen Metaphysik muß der Satz entlehnt werden, daß alle äußere Wirkung in der Welt Wechselwirkung sei. Hier soll, um in den Schranken der Mechanik zu bleiben, nur gezeigt werden, daß diese Wechselwirkung *(actio mutua)* zugleich Gegenwirkung *(reactio)* sei; allein ich kann, ohne

der Vollständigkeit der Einsicht Abbruch zu tun, jenes metaphysische Gesetz der Gemeinschaft hier doch nicht ganz weglassen.) Alle tätige Verhältnisse der Materien im Raume und alle Veränderungen dieser Verhältnisse, sofern sie Ursachen von gewissen Wirkungen sein können, müssen jederzeit als wechselseitig vorgestellt werden, d. i. weil alle Veränderung derselben Bewegung ist, so kann keine Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen absolut-ruhigen, der dadurch auch in Bewegung gesetzt werden soll, gedacht werden, vielmehr muß dieser nur als relativ-ruhig in Ansehung des Raums, auf den man ihn bezieht, zusamt diesem Raume aber in entgegengesetzter Richtung als mit ebenderselben Quantität der Bewegung im absoluten Raume bewegt vorgestellt werden, als der bewegte in ebendemselben gegen ihn hat. Denn die Veränderung des Verhältnisses (mithin die Bewegung) ist zwischen beiden durchaus wechselseitig; so viel der eine Körper jedem Teile des anderen näher kommt, so viel nähert sich der andere jedem Teil des ersteren; und weil es hier nicht auf den empirischen Raum, der beide Körper umgibt, sondern nur auf die Linie, die zwischen ihnen liegt, ankommt (indem diese Körper lediglich in Relation aufeinander, nach dem Einflusse, den die Bewegung des einen auf die Veränderung des Zustandes des anderen, mit Abstraktion von aller Relation zum empirischen Raume, haben kann, betrachtet werden), so wird ihre Bewegung als bloß im absoluten Raume bestimmbar betrachtet, in welchem jeder der beiden Körper an der Bewegung, die dem einen im relativen Raume beigelegt wird, gleichen Anteil haben muß, indem kein Grund da ist, einem von beiden mehr davon, als dem anderen, beizulegen. Auf diesem Fuß wird die Bewegung eines Körpers *A* gegen einen anderen ruhigen *B*, in Ansehung dessen er dadurch bewegend sein kann, auf den absoluten Raum reduziert, d. i. als Verhältnis wirkender Ursachen bloß aufeinander bezogen, so betrachtet, wie beide an der Bewegung, welche in der Erscheinung dem Körper *A* allein beigelegt wird, gleichen Anteil haben; welches nicht anders geschehen kann, als so, daß die Geschwindigkeit, die im relativen Raume bloß dem Kör-

per *A* beigelegt wird, unter *A* und *B* in umgekehrtem Verhältnis der Massen, dem *A* allein die seinige im absoluten Raume, dem *B* dagegen zusamt dem relativen Raume, worin er ruht, in entgegengesetzter Richtung ausgeteilt werde, wodurch dieselbe Erscheinung der Bewegung vollkommen beibehalten, die Wirkung aber in der Gemeinschaft beider Körper auf folgende Art konstruiert wird.



Es sei ein Körper *A* mit einer Geschwindigkeit = *AB* in Ansehung des relativen Raumes gegen den Körper *B*, der in Ansehung ebendesselben Raums ruhig ist, im Anlaufe. Man teile die Geschwindigkeit *AB* in zwei Teile, *Ac* und *Bc*, die sich umgekehrt wie die Massen *B* und *A* gegeneinander verhalten, und stelle sich *A* mit der Geschwindigkeit *Ac* im absoluten Raume, *B* aber mit der Geschwindigkeit *Bc* in entgegengesetzter Richtung zusamt dem relativen Raume bewegt vor: so sind beide Bewegungen einander entgegengesetzt und gleich, und da sie einander wechselseitig aufheben, so versetzen sich beide Körper beziehungsweise aufeinander, d. i. im absoluten Raume, in Ruhe. Nun war aber *B* mit der Geschwindigkeit *Bc* in der Richtung *BA*, die der des Körpers *A*, nämlich *AB*, gerade entgegengesetzt ist, zusamt dem relativen Raume in Bewegung. Wenn also die Bewegung des Körpers *B* durch den Stoß aufgehoben wird, so wird darum doch die Bewegung des relativen Raums nicht aufgehoben. Also bewegt sich nach dem Stoße der relative Raum in Ansehung beider Körper *A* und *B* (die nunmehr im absoluten Raume ruhen) in der Richtung *BA* mit der Geschwindigkeit *Bc*, oder, welches einerlei ist, beide Körper bewegen sich nach dem Stoße mit gleicher Geschwindigkeit *Bd* = *Bc* in der Richtung des stoßenden *AB*. Nun ist aber, nach dem vorigen, die Quantität der Bewegung des Körpers *B* in der Richtung und mit der Geschwindigkeit *Bc*, mithin auch die

in der Richtung *Bd* mit derselben Geschwindigkeit, der Quantität der Bewegung des Körpers *A* mit der Geschwindigkeit und in der Richtung *Ac* gleich; folglich ist die Wirkung, d. i. die Bewegung *Bd*, die der Körper *B* durch den Stoß im relativen Raume erhält, und also auch die Handlung des Körpers *A* mit der Geschwindigkeit *Ac* der Gegenwirkung *Bc* jederzeit gleich. Da ebendasselbe Gesetz (wie die mathematische Mechanik lehrt) keine Abänderung erleidet, wenn, anstatt des Stoßes auf einen ruhigen, ein Stoß desselben Körpers auf einen gleichfalls bewegten Körper angenommen wird, imgleichen die Mitteilung der Bewegung durch den Stoß von der durch den Zug nur in der Richtung, nach welcher die Materien einander in ihren Bewegungen widerstehen, unterschieden ist, so folgt, daß in aller Mitteilung der Bewegung Wirkung und Gegenwirkung einander jederzeit gleich sein; (daß jeder Stoß nur vermittelst eines gleichen Gegenstoßes, jeder Druck vermittelst eines gleichen Gegendrucks, imgleichen jeder Zug nur durch einen gleichen Gegenzug die Bewegung eines Körpers dem andern mitteilen könne)*).

*) In der Phoronomie, da die Bewegung eines Körpers bloß in Ansehung des Raums, als Veränderung der Relation in demselben, betrachtet wurde, war es ganz gleichgültig, ob ich dem Körper im Raume, oder anstatt dessen dem relativen Raume eine gleiche, aber entgegengesetzte Bewegung zugestehen wollte; beides gab völlig einerlei Erscheinung. Die Quantität der Bewegung des Raums war bloß die Geschwindigkeit, und daher die des Körpers gleichfalls nichts, als seine Geschwindigkeit (weswegen er als ein bloßer beweglicher Punkt betrachtet werden konnte). In der Mechanik aber, da ein Körper in Bewegung gegen einen andern betrachtet wird, gegen den er durch seine Bewegung ein Kausalverhältnis hat, nämlich das, ihn selbst zu bewegen, indem er[a]) entweder bei seiner Annäherung durch die Kraft der Undurchdringlichkeit, oder seiner Entfernung durch die Kraft der Anziehung mit ihm in Gemeinschaft kommt, da ist es nicht mehr gleichgültig, ob ich einem dieser Körper, oder dem Raume eine entgegengesetzte Bewegung zueignen will. Denn nunmehro kommt ein anderer Begriff der Quan-

a) „es“ A′ A″ A‴.

Zusatz 1.

Hieraus folgt das für die allgemeine Mechanik nicht unwichtige Naturgesetz: daß ein jeder Körper, wie groß auch seine Masse sei, durch den Stoß eines jeden anderen, wie klein auch seine Masse oder Geschwindigkeit sein mag, beweglich sein müsse. Denn der Bewegung von A in der Richtung AB korrespondiert notwendiger Weise eine entgegengesetzte gleiche Bewegung von B in der Richtung BA. Beide Bewegungen heben durch den Stoß einander im absoluten Raume auf. Dadurch aber erhalten beide Körper eine Geschwindigkeit $Bd = Bc$ in der Richtung des stoßenden; folglich ist der Körper B für jede noch so kleine Kraft des Anstoßes beweglich.

---

tität der Bewegung ins Spiel, nämlich nicht derjenigen, die bloß in Ansehung des Raumes gedacht wird und allein in der Geschwindigkeit besteht, sondern derjenigen, wobei zugleich die Quantität der Substanz (als bewegende Ursache) in Anschlag gebracht werden muß, und es ist hier nicht mehr beliebig, sondern notwendig, jeden der beiden Körper als bewegt anzunehmen, und zwar mit gleicher Quantität der Bewegung in entgegengesetzter Richtung; wenn aber der eine relative in Ansehung des Raumes in Ruhe ist, ihm die erfoderliche Bewegung zusamt dem Raume beizulegen. Denn einer kann auf den anderen durch seine eigene Bewegung nicht wirken, als entweder bei der Annäherung vermittelst der Zurückstoßungskraft, oder bei der Entfernung vermittelst der Anziehung. Da beide Kräfte nun jederzeit beiderseitig in entgegengesetzten Richtungen und gleich wirken, so kann kein Körper vermittelst ihrer durch seine Bewegung auf einen anderen wirken ohne gerade so viel, als der andere mit gleicher Quantität der Bewegung entgegenwirkt. Also kann kein Körper einem schlechthinruhigen durch seine Bewegung Bewegung erteilen, sondern dieser muß gerade mit derselben Quantität der Bewegung (zusamt dem Raume) in entgegengesetzter Richtung bewegt sein, als diejenige ist, die er durch die Bewegung des ersteren und in der Richtung desselben erhalten soll. — Der Leser wird leicht inne werden, daß, unerachtet des etwa Ungewöhnlichen, welches diese Vorstellungsart der Mitteilung der Bewegung an sich hat, sie sich dennoch in das helleste Licht stellen lasse, wenn man die Weitläuftigkeit der Erläuterung nicht scheuet.

Zusatz 2.

Dies ist also das mechanische Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, welches darauf beruht, daß keine Mitteilung der Bewegung stattfinde, außer sofern eine Gemeinschaft dieser Bewegungen vorausgesetzt wird, daß also kein Körper einen anderen stoße, der in Ansehung seiner ruhig ist, sondern, ist dieser es in Ansehung des Raums, nur sofern er zusamt diesem Raume in gleichem Maße aber in entgegengesetzter Richtung bewegt[a]), mit der Bewegung, die alsdenn dem ersteren zu seinem relativen Anteil fällt, zusammen, allererst die Quantität der Bewegung gebe, die wir dem ersten im absoluten Raume beilegen würden. Denn keine Bewegung, die in Ansehung eines anderen Körpers bewegend sein soll, kann absolut sein; ist sie aber relativ in Ansehung des letzteren, so gibt's keine Relation im Raume, die nicht wechselseitig und gleich sei. — Es gibt aber noch ein anderes, nämlich ein dynamisches Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung der Materien, nicht sofern eine der anderen ihre Bewegung mitteilt, sondern dieser ursprünglich erteilt und durch deren Widerstreben zugleich in sich hervorbringt. Diese läßt sich auf ähnliche Art leicht dartun. Denn wenn die Materie *A* die Materie *B* zieht, so nötigt sie diese, sich ihr zu nähern, oder, welches einerlei ist, jene widersteht der Kraft, womit diese sich zu entfernen trachten möchte. Weil es aber einerlei ist, ob *B* sich von *A*, oder *A* von *B* entferne, so ist dieser Widerstand zugleich ein Widerstand, den der Körper *B* gegen *A* ausübt, sofern er sich von ihm zu entfernen trachten möchte, mithin sind Zug und Gegenzug einander gleich. Ebenso, wenn *A* die Materie *B* zurückstößt, so widersteht *A* der Annäherung von *B*. Da es aber einerlei ist, ob sich *B* dem *A*, oder *A* dem *B* nähere, so widersteht *B* auch ebenso viel der Annäherung von *A*; Druck und Gegendruck sind also auch jederzeit einander gleich.

---

a) Hartenstein „sich bewegt".

Anmerkung 1.

Dies ist also die Konstruktion der Mitteilung der Bewegung, welche zugleich das Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, als notwendige Bedingung derselben bei sich führet, welches Newton sich gar nicht getrauete *a priori* zu beweisen, sondern sich deshalb auf Erfahrung berief, welchem zu Gefallen andere eine besondere Kraft der Materie, unter dem von Keplern zuerst angeführten Namen der Trägheitskraft *(vis inertiae)*, in der Naturwissenschaft einführeten und also im Grunde es auch von Erfahrung ableiteten, endlich noch andere in dem Begriffe einer bloßen Mitteilung der Bewegung setzten, welche sie wie einen allmählichen Übergang der Bewegung des einen Körpers in den andern ansahen, wobei der bewegende gerade so viel einbüßen müsse, als er dem bewegten erteilt, bis er dem letzteren keine weiter eindrückt (wenn er nämlich mit diesem schon bis zur Gleichheit der Geschwindigkeit in derselben Richtung gekommen ist*); wodurch sie im

*) Die Gleichheit der Wirkung mit der in diesem Falle fälschlich sogenannten Gegenwirkung kommt ebensowohl heraus, wenn man bei der Hypothese der Transfusion der Bewegungen aus einem Körper in den anderen den bewegten Körper *A* dem ruhigen in einem Augenblicke seine ganze Bewegung überliefern läßt, so, daß er nach dem Stoße selber ruhe, welcher Fall unausbleiblich war, sobald man beide Körper als absolut-hart (welche Eigenschaft von der Elastizität unterschieden werden muß) dachte. Da dieses Bewegungsgesetz aber weder mit der Erfahrung, noch mit sich selbst in der Anwendung zusammenstimmen wollte, so wußte man sich nicht anders zu helfen, als dadurch, daß man die Existenz absolut harter Körper leugnete, welches so viel hieß, als die Zufälligkeit dieses Gesetzes zugestehen, indem es auf der besonderen Qualität der Materien a) beruhen sollte, die einander bewegen. In unserer Darstellung dieses Gesetzes ist es dagegen ganz einerlei, ob man die Körper, die einander stoßen, absolut-hart oder nicht denken will. Wie aber die Transfusionisten der Bewegung die Bewegung elastischer Körper durch den Stoß nach ihrer Art erklären wollen, ist mir ganz unbegreiflich. Denn das

a) „Materie“ A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

Grunde alle Gegenwirkung aufhoben, d. i. alle wirklich entgegenwirkende Kraft des gestoßenen gegen den stoßenden (der etwa vermögend wäre, eine Springfeder zu spannen), und außerdem, daß sie das nicht beweisen, was in dem genannten Gesetze eigentlich gemeint ist, die Mitteilung der Bewegung selbst ihrer Möglichkeit nach gar nicht erklärten. Denn der Name vom Übergang der Bewegung von einem Körper auf den andern erklärt nichts, und wenn man ihn nicht etwa (dem Grundsatze: *accidentia non migrant e substantiis in substantias**) zuwider) buchstäblich nehmen will, als wenn Bewegung von einem Körper in einen anderen, wie Wasser aus einem Glase in das andere, gegossen würde, so ist es hier eben die Aufgabe, wie diese Möglichkeit begreiflich zu machen sei, deren Erklärung nun gerade auf demselben Grunde beruht, woraus das Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung abgeleitet wird. Man kann sich gar nicht denken, wie die Bewegung eines Körpers *A* mit der Bewegung eines anderen *B* notwendig verbunden sein müsse, als so, daß man sich Kräfte an beiden denkt, die ihnen (dynamisch) vor aller Bewegung zukommen, z. B. Zurückstoßung, und nun beweisen kann, daß die Bewegung des Körpers *A* durch Annäherung gegen *B* mit der Annäherung von *B* gegen *A*, und, wenn *B* als ruhig angesehen wird, mit der Bewegung desselben zusamt seinem Raume gegen *A* notwendig verbunden sei, sofern die[a]) Körper mit ihren (ursprünglich) bewegenden Kräften bloß relativ aufeinander in Be-

ist klar, daß der ruhende Körper nicht als bloß ruhend Bewegung bekomme, die der stoßende einbüßt, sondern daß er im Stoße wirkliche Kraft in entgegengesetzter Richtung gegen den stoßenden ausübe, um gleichsam die Feder zwischen beiden zusammenzudrücken, welches von seiner Seite ebensowohl wirkliche Bewegung (aber in entgegengesetzter Richtung) erfodert, als der bewegende Körper seinerseits dazu nötig hat.

*) „Die Akzidenzen wandern nicht aus einer Substanz in die andere".

a) „ein" A′ A″ A‴ korr. Hartenstein.

wegung betrachtet werden. Dieses letztere kann völlig *a priori* dadurch eingesehen werden, daß, es mag nun der Körper *B* in Ansehung des empirisch kennbaren Raumes ruhig oder bewegt sein, er doch in Ansehung des Körpers *A* notwendig als bewegt, und zwar in entgegengesetzter Richtung als bewegt angesehen werden müsse; weil sonst kein Einfluß desselben auf die repulsive Kraft beider stattfinden würde, ohne welchen ganz und gar keine mechanische Wirkung der Materien aufeinander, d. i. keine Mitteilung der Bewegung durch den Stoß möglich ist.

Anmerkung 2.

Die Benennung der Trägheitskraft *(vis inertiae)* muß also, unerachtet des berühmten Namens ihres Urhebers, aus der Naturwissenschaft gänzlich weggeschafft werden, nicht allein weil sie einen Widerspruch im Ausdrucke selbst bei sich führt, oder auch deswegen, weil das Gesetz der Trägheit (Leblosigkeit) dadurch leicht mit dem Gesetze der Gegenwirkung in jeder mitgeteilten Bewegung verwechselt werden könnte, sondern vornehmlich weil dadurch die irrige Vorstellung derer, die der mechanischen Gesetze nicht recht kundig sind, erhalten und bestärkt wird, nach welcher die Gegenwirkung der Körper, von der unter dem Namen der Trägheitskraft die Rede ist, darin bestehe, daß die Bewegung dadurch in der Welt aufgezehrt, vermindert oder vertilgt, nicht aber die bloße Mitteilung derselben dadurch bewirkt werde, indem nämlich der bewegende Körper einen Teil seiner Bewegung bloß dazu aufwenden müßte, um die Trägheit des ruhenden zu überwinden (welches denn reiner Verlust wäre); mit dem übrigen Teile allein könne[a]) er den letzteren in Bewegung setzen; bliebe ihm aber nichts übrig, so würde er durch seinen Stoß den letzteren, seiner großen Masse wegen, gar nicht in Bewegung bringen. Einer Bewegung kann nichts widerstehen, als entgegengesetzte Bewegung eines anderen, keineswegs aber dessen Ruhe. Hier ist also nicht Trägheit der Materie, d. i. bloßes Unvermögen,

a) Hartenstein „könnte".

sich von selbst zu bewegen, die Ursache eines Widerstandes. Eine besondere ganz eigentümliche Kraft, bloß um zu widerstehen, ohne einen Körper bewegen zu können, wäre unter dem Namen einer Trägheitskraft ein Wort ohne alle Bedeutung. Man könnte also die drei Gesetze der allgemeinen Mechanik schicklicher so benennen: das Gesetz der Selbständigkeit, der Trägheit und der Gegenwirkung der Materien *(lex Subsistentiae, Inertiae et Antagonismi)* bei allen ihren Veränderungen derselben. Daß diese, mithin die gesamten Lehrsätze gegenwärtiger Wissenschaft, den Kategorien der Substanz, der Kausalität und der Gemeinschaft, sofern diese Begriffe auf Materie angewandt werden, genau antworten, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Allgemeine Anmerkung zur Mechanik.

Die Mitteilung der Bewegung geschieht nur vermittelst solcher bewegenden Kräfte, die einer Materie auch in Ruhe beiwohnen (Undurchdringlichkeit und Anziehung). Die Wirkung einer bewegenden Kraft auf einen Körper in einem Augenblicke ist die Sollizitation desselben, die gewirkte Geschwindigkeit des letzteren durch die Sollizitation, sofern sie in gleichem Verhältnis mit der Zeit wachsen kann, ist das Moment der Akzeleration. (Das Moment der Akzeleration muß also nur eine unendlich kleine Geschwindigkeit enthalten, weil sonst der Körper durch dasselbe in einer gegebenen Zeit eine unendliche Geschwindigkeit erlangen würde, welche unmöglich ist. Übrigens beruht die Möglichkeit der Beschleunigung überhaupt, durch ein fortwährendes Moment derselben, auf dem Gesetze der Trägheit.) Die Sollizitation der Materie durch expansive Kraft (z. B. einer zusammengedrückten Luft, die ein Gewicht trägt) geschieht jederzeit mit einer endlichen Geschwindigkeit, die Geschwindigkeit aber, die dadurch einem anderen Körper eingedrückt (oder entzogen) wird, kann nur unendlich klein sein; denn jene ist nur eine Flächenkraft, oder, welches einerlei ist, die Bewegung eines unendlich kleinen Quantum von Materie, die folglich mit endlicher Ge-

schwindigkeit geschehen muß, um der Bewegung eines Körpers von endlicher Masse mit unendlich kleiner Geschwindigkeit (einem Gewichte) gleich zu sein. Dagegen ist die Anziehung eine durchdringende Kraft und als mit einer solchen übt ein endliches Quantum der Materie auf ein gleichfalls endliches Quantum einer andern bewegende Kraft aus. Die Sollizitation der Anziehung muß also unendlich klein sein, weil sie dem Moment der Akzeleration (welches jederzeit unendlich klein sein muß) gleich ist, welches bei der Zurückstoßung, da ein unendlich kleiner Teil der Materie einem endlichen ein Moment eindrücken soll, der Fall nicht ist. Es läßt sich keine Anziehung mit einer endlichen Geschwindigkeit denken, ohne daß die Materie durch ihre eigene Anziehungskraft sich selbst durchdringen müßte. Denn die Anziehung, welche eine endliche Quantität Materie auf eine endliche mit einer endlichen Geschwindigkeit ausübt, muß einer jeden endlichen[a]) Geschwindigkeit, womit die Materie durch ihre Undurchdringlichkeit, aber nur mit einem unendlich kleinen Teil der Quantität ihrer Materie entgegenwirkt, in allen Punkten der Zusammendrückung überlegen sein. Wenn die Anziehung nur eine Flächenkraft ist, wie man sich den Zusammenhang denkt, so würde das Gegenteil von diesem erfolgen. Allein es ist unmöglich, ihn so zu denken, wenn er wahre Anziehung (und nicht bloß äußere Zusammendrückung) sein soll.

Ein absolut-harter Körper würde derjenige sein, dessen Teile einander so stark zögen, daß sie durch kein Gewicht getrennt, noch in ihrer Lage gegeneinander verändert werden könnten. Weil nun die Teile der Materie eines solchen Körpers sich mit einem Moment der Akzeleration ziehen müßten, welches gegen das der Schwere unendlich, der Masse aber, welche dadurch getrieben wird, endlich sein würde, so müßte der Widerstand durch Undurchdringlichkeit, als expansive Kraft, da er jederzeit mit einer unendlich kleinen Quantität der Materie geschieht, mit mehr als endlicher Geschwindigkeit der Sollizitation geschehen,

a) „eine jede endliche“ A′ A″ A″ korr. Rosenkranz.

d. i. die Materie würde sich mit unendlicher Geschwindigkeit auszudehnen trachten, welches unmöglich ist. Also ist ein absolut-harter Körper, d. i. ein solcher, der einem mit endlicher Geschwindigkeit bewegten Körper im Stoße einen Widerstand, der der ganzen Kraft desselben gleich wäre, in einem Augenblick entgegensetzte, unmöglich. Folglich leistet eine Materie durch ihre Undurchdringlichkeit oder Zusammenhang gegen die Kraft eines Körpers in endlicher Bewegung in einem Augenblicke nur unendlich kleinen Widerstand. Hieraus folgt nun das mechanische Gesetz der Stetigkeit *(lex continui mechanica)*, nämlich: an keinem Körper wird der Zustand der Ruhe oder der Bewegung, und an dieser, der Geschwindigkeit oder der Richtung, durch den Stoß in einem Augenblicke verändert, sondern nur in einer gewissen Zeit, durch eine unendliche Reihe von Zwischenzuständen, deren Unterschied voneinander kleiner ist, als der des ersten und letzten. Ein bewegter Körper, der auf eine Materie stößt, wird also durch deren Widerstand nicht auf einmal, sondern nur durch kontinuierliche Retardation zur Ruhe, oder der, so in Ruhe war, nur durch kontinuierliche Akzeleration in Bewegung, oder aus einem Grade Geschwindigkeit in einen andern nur nach derselben Regel versetzt; imgleichen wird die Richtung seiner Bewegung in eine solche, die mit jener einen Winkel macht, nicht anders, als vermittelst aller möglichen dazwischen liegenden Richtungen, d. i. vermittelst der Bewegung in einer krummen Linie, verändert (welches Gesetz aus einem ähnlichen Grunde auch auf die Veränderung des Zustandes eines Körpers durch Anziehung erweitert werden kann). Diese *lex continui* gründet sich auf dem Gesetze der Trägheit der Materie, da hingegen das metaphysische Gesetz der Stetigkeit auf alle Veränderung (innere sowohl als äußere) überhaupt ausgedehnt sein müßte, und also auf dem bloßen Begriffe einer Veränderung überhaupt, als Größe, und der Erzeugung derselben (die notwendig in einer gewissen Zeit kontinuierlich, so wie die Zeit selbst, vorginge) gegründet sein würde, hier also keinen Platz findet.

Viertes Hauptstück.

Metaphysische Anfangsgründe

der

Phänomenologie.

Erklärung.

Materie ist das Bewegliche, sofern es, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung sein kann.

Anmerkung.

Bewegung ist, so wie alles, was durch Sinne vorgestellt wird, nur als Erscheinung gegeben. Damit ihre Vorstellung Erfahrung werde, dazu wird noch erfodert, daß etwas durch den Verstand gedacht werde, nämlich zu der Art, wie die Vorstellung dem Subjekte inhäriert, noch die Bestimmung eines Objekts durch dieselbe. Also wird das Bewegliche, als ein solches, ein Gegenstand der Erfahrung, wenn ein gewisses Objekt (hier also ein materielles Ding) in Ansehung des Prädikats der Bewegung als bestimmt gedacht wird. Nun ist aber Bewegung Veränderung der Relation im Raume. Es sind also hier immer zwei Korrelata, deren einem in der Erscheinung erstlich ebenso gut wie dem anderen die Veränderung beigelegt und dasselbe entweder, oder das andere bewegt genannt werden kann, weil beides

gleichgültig ist, oder zweitens, deren eines in der Erfahrung mit Ausschließung des anderen als bewegt gedacht werden muß, oder drittens, deren beide notwendig durch Vernunft als zugleich bewegt vorgestellt werden müssen. In der Erscheinung, die nichts, als die Relation in der Bewegung (ihrer Veränderung nach) enthält, ist nichts von diesen Bestimmungen enthalten; wenn aber das Bewegliche, als ein solches, nämlich seiner Bewegung nach, bestimmt gedacht werden soll, d. i. zum Behuf einer möglichen Erfahrung, ist es nötig, die Bedingungen anzuzeigen, unter welchen der Gegenstand (die Materie) auf eine oder andere Art durch das Prädikat der Bewegung bestimmt werden müsse. Hier ist nicht die Rede von Verwandlung des Scheins in Wahrheit, sondern der Erscheinung in Erfahrung; denn beim Scheine ist der Verstand mit seinen, einen Gegenstand bestimmenden Urteilen jederzeit im Spiele, obzwar er in Gefahr ist, das Subjektive für objektiv zu nehmen; in der Erscheinung aber ist gar kein Urteil des Verstandes anzutreffen; welches nicht bloß hier, sondern in der ganzen Philosophie anzumerken nötig ist, weil man sonst, wenn von Erscheinungen die Rede ist, und man nimmt diesen Ausdruck für einerlei der Bedeutung nach mit dem des Scheins, jederzeit übel verstanden wird.

Lehrsatz I.

Die geradlinichte Bewegung einer Materie in Ansehung eines empirischen Raumes ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein bloß mögliches Prädikat. Ebendasselbe in gar keiner Relation auf eine Materie außer ihr, d. i. als absolute Bewegung gedacht, ist unmöglich.

Beweis.

Ob ein Körper im relativen Raume bewegt, dieser aber ruhig genannt werde, oder umgekehrt, dieser in entgegengesetzter Richtung gleich geschwinde bewegt,

dagegen jener ruhig genannt werden solle, ist kein Streit über das, was dem Gegenstande, sondern nur seinem Verhältnisse zum Subjekt, mithin der Erscheinung und nicht der Erfahrung zukommt. Denn stellt sich der Zuschauer in demselben Raume als ruhig, so heißt ihm der Körper bewegt; stellt er sich (wenigstens in Gedanken) in einem andern und jenen umfassenden Raum, in Ansehung dessen der Körper gleichfalls ruhig ist, so heißt jener relative Raum bewegt. Also ist in der Erfahrung (einer Erkenntnis, die das Objekt für alle Erscheinungen gültig bestimmt) gar kein Unterschied zwischen der Bewegung des Körpers im relativen Raume, oder der Ruhe des Körpers im absoluten und der entgegengesetzten gleichen Bewegung des relativen Raums. Nun ist die Vorstellung eines Gegenstandes durch eines von zweien Prädikaten, die in Ansehung des Objekts gleichgeltend sind und sich nur in Ansehung des Subjekts und seiner Vorstellungsart voneinander unterscheiden, nicht die Bestimmung nach einem disjunktiven, sondern bloß die Wahl nach einem alternativen Urteile (deren das erstere von zweien objektiv entgegengesetzten Prädikaten eines mit Ausschließung des Gegenteils, das andere aber von objektiv zwar gleichgeltenden, subjektiv aber einander entgegengesetzten Urteilen, ohne Ausschließung des Gegenteils vom Objekt, — also durch bloße Wahl — eines zur Bestimmung desselben annimmt)*); das heißt: durch den Begriff der Bewegung, als Gegenstandes der Erfahrung, ist es an sich unbestimmt, mithin gleichgeltend, ob ein Körper im relativen Raume, oder dieser in Ansehung jenes als bewegt vorgestellt werde. Nun ist dasjenige, was in Ansehung zweier einander entgegengesetzter Prädikate an sich unbestimmt ist, sofern bloß möglich. Also ist die geradlinichte Bewegung einer Materie im empirischen Raume, zum Unterschiede von der entgegengesetzten gleichen Bewegung des Raumes, in der Erfahrung ein bloß mögliches Prädikat; welches das erste war.

*) Von diesem Unterschiede der disjunktiven und alternativen Entgegensetzung ein Mehreres in der allgemeinen Anmerkung zu diesem Hauptstücke.

Da ferner eine Relation, mithin auch eine Veränderung derselben, d. i. Bewegung, nur sofern ein Gegenstand der Erfahrung sein kann, als beide Korrelate Gegenstände der Erfahrung sind; der reine Raum aber, den man auch im Gegensatze gegen den relativen (empirischen) den absoluten Raum nennt, kein Gegenstand der Erfahrung und überall nichts ist, so ist die geradlinichte Bewegung ohne Beziehung auf irgend etwas Empirisches, d. i. die absolute Bewegung, schlechterdings unmöglich; welches das zweite war.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Phoronomie.

Lehrsatz 2.

Die Kreisbewegung einer Materie ist, zum Unterschiede von der entgegengesetzten Bewegung des Raums, ein wirkliches Prädikat derselben; dagegen ist die entgegengesetzte Bewegung eines relativen Raums, statt der Bewegung des Körpers genommen, keine wirkliche Bewegung des letzteren, sondern, wenn sie dafür gehalten wird, ein bloßer Schein.

Beweis.

Die Kreisbewegung ist (so wie jede krummlinichte) eine kontinuierliche Veränderung der geradlinichten, und da diese selbst eine kontinuierliche Veränderung der Relation in Ansehung des äußeren Raumes ist, so ist die Kreisbewegung eine Veränderung der Veränderung dieser äußeren Verhältnisse im Raume, folglich ein kontinuierliches Entstehen neuer Bewegungen. Weil nun nach dem Gesetze der Trägheit eine Bewegung, sofern sie entsteht, eine äußere Ursache haben muß, gleichwohl aber der Körper in jedem Punkte dieses Kreises (nach ebendemselben Gesetze) für sich

in der den Kreis berührenden geraden Linie fortzugehen bestrebt ist, welche Bewegung jener äußeren Ursache entgegenwirkt, so beweiset jeder Körper in der Kreisbewegung durch seine Bewegung eine bewegende Kraft. Nun ist die Bewegung des Raumes, zum Unterschiede der Bewegung des Körpers, bloß phoronomisch und hat keine bewegende Kraft. Folglich ist das Urteil, daß hier entweder der Körper oder der Raum in entgegengesetzter Richtung bewegt sei, ein disjunktives Urteil, durch welches, wenn das eine Glied, nämlich die Bewegung des Körpers, gesetzt ist, das andere, nämlich die des Raumes, ausgeschlossen wird; also ist die Kreisbewegung eines Körpers, zum Unterschiede von der Bewegung des Raums, wirkliche Bewegung, folglich die letztere, wenn sie gleich der Erscheinung nach mit der ersteren übereinkommt, dennoch im Zusammenhange aller Erscheinungen, d. i. der möglichen Erfahrung, dieser widerstreitend, also nichts als bloßer Schein.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Dynamik; denn eine Bewegung, die nicht ohne den Einfluß einer kontinuierlich wirkenden äußern bewegenden Kraft stattfinden kann, beweiset mittelbar oder unmittelbar ursprüngliche Bewegkräfte der Materie, es sei der Anziehung oder Zurückstoßung. — Übrigens kann Newtons Scholium zu den Definitionen, die er seinen *Princ. Phil. Nat. Math.* vorausgesetzt[a]) hat, gegen das Ende, hierüber nachgesehen werden, aus welchem erhellet, daß die Kreisbewegung zweier Körper um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt (mithin auch die Achsendrehung der Erde), selbst im leeren Raume, also ohne alle durch Erfahrung mögliche Vergleichung mit dem äußeren Raume dennoch vermittelst der Erfahrung könne erkannt werden, daß also eine Bewegung, die eine Veränderung der äußeren Verhältnisse im Raume ist, empirisch gegeben werden könne, obgleich dieser

a) „vorangesetzt“ A′ A″.

Raum selbst nicht empirisch gegeben und kein Gegenstand der Erfahrung ist, welches Paradoxon aufgelöset zu werden verdient.

Lehrsatz 3.

In jeder Bewegung eines Körpers, wodurch er in Ansehung eines anderen bewegend ist, ist eine entgegengesetzte gleiche Bewegung des letzteren notwendig.

Beweis.

Nach dem dritten Gesetze der Mechanik (Lehrsatz 4) ist die Mitteilung der Bewegung der Körper nur durch die Gemeinschaft ihrer ursprünglich bewegenden Kräfte, und diese nur durch beiderseitige entgegengesetzte und gleiche Bewegung möglich. Die Bewegung beider ist also wirklich. Da aber die Wirklichkeit dieser Bewegung nicht (wie im zweiten Lehrsatze) auf dem Einflusse äußerer Kräfte beruht, sondern aus dem Begriffe der Relation des Bewegten im Raume zu jedem anderen dadurch Beweglichen unmittelbar und unvermeidlich folgt, so ist die Bewegung des letzteren notwendig.

Anmerkung.

Dieser Lehrsatz bestimmt die Modalität der Bewegung in Ansehung der Mechanik. — Daß übrigens diese drei Lehrsätze die Bewegung der Materie in Ansehung ihrer Möglichkeit, Wirklichkeit und Notwendigkeit, mithin in Ansehung aller dreien Kategorien der **Modalität** bestimmen, fällt von selbst in die Augen.

Allgemeine Anmerkung zur Phänomenologie.

Es zeigen sich also hier drei Begriffe, deren Gebrauch in der allgemeinen Naturwissenschaft unvermeidlich, deren genaue Bestimmung um deswillen notwendig, obgleich eben nicht so leicht und faßlich ist,

nämlich der Begriff der Bewegung im relativen (beweglichen) Raume, zweitens der Begriff der Bewegung im absoluten (unbeweglichen) Raume, drittens der Begriff der relativen Bewegung überhaupt, zum Unterschiede von der absoluten. Allen wird der Begriff des absoluten Raumes zum Grunde gelegt. Wie kommen wir aber zu diesem sonderbaren Begriffe, und worauf beruht die Notwendigkeit seines Gebrauchs?

Er kann kein Gegenstand der Erfahrung sein; denn der Raum ohne Materie ist kein Objekt der Wahrnehmung, und dennoch ist er ein notwendiger Vernunftbegriff, mithin nichts weiter, als eine bloße Idee. Denn damit Bewegung auch nur als Erscheinung gegeben werden könne, dazu wird eine empirische Vorstellung des Raums, in Ansehung dessen das Bewegliche sein Verhältnis verändern soll, erfodert; der Raum aber, der wahrgenommen werden soll, muß material, mithin, dem Begriffe einer Materie überhaupt zufolge, selbst beweglich sein. Um ihn nun bewegt zu denken, darf man ihn nur als in einem Raume von größerem Umfange enthalten denken und diesen als ruhig annehmen. Mit diesem aber läßt sich[a]) ebendasselbe in Ansehung eines noch mehr erweiterten Raumes veranstalten und so ins Unendliche, ohne jemals zu einem unbeweglichen (unmateriellen) Raume durch Erfahrung zu gelangen, in Ansehung dessen irgendeiner Materie schlechthin Bewegung oder Ruhe beigelegt werden könne, sondern der Begriff dieser Verhältnisbestimmungen wird beständig abgeändert werden müssen, nachdem man das Bewegliche mit einem oder dem anderen dieser Räume in Verhältnis betrachten wird. Da nun die Bedingung, etwas als ruhig oder bewegt anzusehen, im relativen Raume ins Unendliche immer wiederum bedingt ist, so erhellet daraus erstlich: daß alle Bewegung oder Ruhe bloß relativ und keine absolut sein könne, d. i. daß Materie bloß in Verhältnis auf Materie, niemals aber in Ansehung des bloßen Raumes ohne Materie als bewegt oder ruhig gedacht werden könne, mit-

a) „sie“ A′ A″ korr. A‴.

hin absolute Bewegung, d. i. eine solche, die ohne alle Beziehung einer Materie auf eine andere gedacht wird, schlechthin unmöglich sei; zweitens, daß auch eben darum kein für alle Erscheinung gültiger Begriff von Bewegung oder Ruhe im relativen Raume möglich sei, sondern man sich einen Raum, in welchem dieser selbst als bewegt gedacht werden könne, der aber seiner Bestimmung nach weiter von keinem anderen empirischen Raume abhängt und daher nicht wiederum bedingt ist, d. i. einen absoluten Raum, auf den alle relativen Bewegungen bezogen werden können, denken müsse, in welchem alles Empirische beweglich ist, eben darum, damit in demselben alle Bewegung des Materiellen, als bloß relativ gegeneinander, als alternativ-wechselseitig*), keine aber als absolute Be-

*) In der Logik bezeichnet das Entweder-Oder jederzeit ein disjunktives Urteil; da denn, wenn das eine wahr ist, das andere falsch sein muß. Z. B. ein Körper ist entweder bewegt, oder nicht bewegt, d. i. in Ruhe. Denn man redet da lediglich von dem Verhältnis des Erkenntnisses zum Objekte. In der Erscheinungslehre, wo es auf das Verhältnis zum Subjekt ankommt, um darnach das Verhältnis der Objekte zu bestimmen, ist es anders. Denn da ist der Satz: der Körper ist entweder bewegt und der Raum ruhig, oder umgekehrt, nicht ein disjunktiver Satz in objektiver, sondern nur in subjektiver Beziehung, und beide darin enthaltene Urteile gelten alternativ. In ebenderselben Phänomenologie, wo die Bewegung nicht bloß phoronomisch, sondern vielmehr dynamisch betrachtet wird, ist dagegen der disjunktive Satz in objektiver Bedeutung zu nehmen; d. i. an die Stelle der Umdrehung eines Körpers kann ich nicht die Ruhe desselben und dagegen die entgegengesetzte Bewegung des Raums annehmen. Wo aber die Bewegung sogar mechanisch betrachtet wird (wie wenn ein Körper gegen einen dem Scheine nach ruhigen anläuft), ist sogar das der Form nach disjunktive Urteil in Ansehung des Objekts distributiv zu gebrauchen, so daß die Bewegung nicht entweder dem einen, oder dem andern, sondern einem jeden ein gleicher Anteil daran beigelegt werden muß. Diese Unterscheidung der alternativen, disjunktiven und distributiven Bestimmungen eines Begriffs, in Ansehung entgegengesetzter Prädikate, hat ihre Wichtigkeit, kann aber hier nicht weiter erörtert werden.

wegung oder Ruhe (da, indem das eine bewegt heißt, das andere, worauf in Beziehung jenes bewegt ist, gleichwohl als schlechthin ruhig vorgestellt wird) gelten möge. Der absolute Raum ist also nicht als ein Begriff von einem wirklichen Objekt, sondern als eine Idee, welche zur Regel dienen soll, alle Bewegung in ihm bloß als relativ zu betrachten, notwendig, und alle Bewegung und Ruhe muß auf den absoluten Raum reduziert werden, wenn die Erscheinung derselben in einen bestimmten Erfahrungsbegriff (der alle Erscheinungen vereinigt) verwandelt werden soll.

So wird die geradlinichte Bewegung eines Körpers im relativen Raume auf den absoluten Raum reduziert, wenn ich den Körper als an sich ruhig, jenen Raum aber im absoluten (der nicht in die Sinne fällt) in entgegengesetzter Richtung bewegt, und diese Vorstellung als diejenige denke, welche gerade dieselbe Erscheinung gibt, wodurch denn alle mögliche Erscheinungen geradlinichter Bewegungen, die ein Körper allenfalls zugleich haben mag, auf den Erfahrungsbegriff, der sie insgesamt vereinigt, nämlich den der bloß relativen Bewegung und Ruhe zurückgeführt werden.

Die Kreisbewegung, weil sie nach dem zweiten Lehrsatze auch ohne Beziehung auf den äußeren empirisch-gegebenen Raum als wirkliche Bewegung in der Erfahrung gegeben werden kann, scheint doch in der Tat absolute Bewegung zu sein. Denn die relative in Ansehung des äußeren Raums (z. B. die Achsendrehung der Erde relativ auf die Sterne des Himmels) ist eine Erscheinung, an deren Stelle die entgegengesetzte Bewegung dieses Raums (des Himmels) in derselben Zeit, als jener völlig gleichgeltend, gesetzt werden kann, die aber nach diesem Lehrsatze in der Erfahrung durchaus nicht an deren Stelle gesetzt werden darf, mithin auch jene Kreisdrehung nicht als äußerlich relativ vorgestellt werden soll, welches so lautet, als ob diese Art der Bewegung für absolut anzunehmen sei.

Allein es ist wohl zu merken: daß hier von der wahren (wirklichen) Bewegung, die doch nicht als solche erscheint, die also, wenn man sie bloß nach

empirischen Verhältnissen zum Raume beurteilen wollte, für Ruhe könnte gehalten werden, d. i. von der wahren Bewegung, zum Unterschiede vom Schein, nicht aber von ihr als absoluten Bewegung im Gegensatze der relativen die Rede sei, mithin die Kreisbewegung, ob sie zwar in der Erscheinung keine Stellenveränderung, d. i. keine phoronomische, des Verhältnisses des Bewegten zum (empirischen) Raume zeigt, dennoch eine durch Erfahrung erweisliche kontinuierliche dynamische Veränderung des Verhältnisses der Materie in ihrem Raume, z. B. eine beständige Verminderung der Anziehung durch eine Bestrebung zu entfliehen, als Wirkung der Kreisbewegung zeige und dadurch den Unterschied derselben vom Schein sicher bezeichne. Man kann sich z. B. die Erde im unendlichen leeren Raum als um die Achse gedreht vorstellen, und diese Bewegung auch durch Erfahrung dartun, obgleich weder das Verhältnis der Teile der Erde untereinander, noch zum Raume außer ihr phoronomisch, d. i. in der Erscheinung verändert wird. Denn in Ansehung des ersteren, als empirischen Raumes, verändert nichts auf und in der Erde seine Stelle, und in Beziehung des zweiten, der ganz leer ist, kann überall kein äußeres verändertes Verhältnis, mithin auch keine Erscheinung einer Bewegung stattfinden. Allein wenn ich mir eine zum Mittelpunkt der Erde hingehende tiefe Höhle vorstelle und lasse einen Stein darin fallen, finde aber, daß, obzwar in jeder Weite vom Mittelpunkt die Schwere immer nach diesem hingerichtet ist, der fallende Stein dennoch von seiner senkrechten Richtung im Fallen kontinuierlich, und zwar von West nach Ost[a]) abweiche, so schließe ich, die Erde sei von Abend gegen Morgen um die Achse gedreht. Oder wenn ich auch außerhalb den Stein von der Oberfläche der Erde weiter entferne, und er bleibt nicht über demselben Punkte der Oberfläche, sondern entfernt sich von demselben von Westen nach Osten[b]), so werde ich auf eben-

a) Stadler schlägt vor von Ost nach West.

b) von Osten nach Westen A' A'' A''', siehe hierzu Höfler: Studien zur gegenwärtigen Philosophie der Mechanik Bd.

dieselbe vorhergenannte Achsendrehung der Erde schließen, und beiderlei Wahrnehmungen werden zum Beweise der Wirklichkeit dieser Bewegung hinreichend sein, wozu die Veränderung des Verhältnisses zum äußeren Raume (dem bestirnten Himmel) nicht hinreicht, weil sie bloße Erscheinung ist, die von zwei in der Tat entgegengesetzten Gründen herrühren kann und nicht ein aus dem Erklärungsgrunde aller Erscheinungen dieser Veränderung abgeleitetes Erkenntnis, d. i. Erfahrung ist. Daß aber diese Bewegung, ob sie gleich keine Veränderung des Verhältnisses zum empirischen Raume ist, dennoch keine absolute Bewegung, sondern kontinuierliche Veränderung der Relationen der Materien zueinander, obzwar im absoluten Raume vorgestellt, mithin wirklich nur relative und sogar darum allein wahre Bewegung sei, das beruht auf der Vorstellung der wechselseitigen kontinuierlichen Entfernung eines jeden Teils der Erde (außerhalb der Achse) von jedem andern ihm in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte im Diameter gegenüberliegenden. Denn diese Bewegung ist im absoluten Raume wirklich, indem dadurch der Abgang der gedachten Entfernung, den die Schwere für sich allein dem Körper zuziehen würde, und zwar ohne alle dynamische zurücktreibende Ursache (wie man aus dem von Newton *Princ. Ph. N. pag. 10. Edit. 1714**) gewählten Beispiele ersehen kann), mithin

*) Er sagt daselbst: *Motus quidem veros corporum singulorum cognoscere et ab apparentibus actu discriminare difficillimum est: propterea quod partes spatii illius immobilis, in quo corpora vere moventur, non incurrunt in sensus. Causa tamen non est prorsus desperata.* („Die wahren Bewegungen der einzelnen Körper zu erkennen und von den scheinbaren scharf zu unterscheiden ist übrigens sehr schwer, weil die Teile jenes unbeweglichen Raumes, in denen die Körper sich wahrhaft bewegen, nicht sinnlich

III b Seite 8: „Stadlers Vorschlag aber widerspräche den bekannten Tatsachen des von Newton vorausgesagten, von Kant akzeptierten und erst 1802 von Benzenberg wirklich ausgeführten Versuches". — Vgl. auch Ak. Ausg. Band IV, Seite 648.

durch wirkliche, aber auf den innerhalb der bewegten Materie (nämlich das Zentrum derselben) beschlossenen, nicht aber auf den äußeren Raum bezogene Bewegung, kontinuierlich ersetzt wird.

Was den Fall des dritten Lehrsatzes anlangt, so bedarf es, um die Wahrheit der wechselseitig-entgegengesetzten und gleichen Bewegung beider Körper auch ohne Rücksicht auf den empirischen Raum zu zeigen, nicht einmal des im zweiten Fall nötigen, durch Erfahrung gegebenen, tätigen dynamischen Einflusses (der Schwere oder eines gespannten Fadens), sondern die bloße dynamische Möglichkeit eines solchen Einflusses, als Eigenschaft der Materie (die Zurückstoßung oder Anziehung), führt bei der Bewegung der einen die gleiche und entgegengesetzte Bewegung der andern zugleich mit sich, und zwar aus bloßen Begriffen einer relativen Bewegung, wenn sie im absoluten Raume, d. i. nach der Wahrheit betrachtet wird, und ist daher, wie alles, was aus bloßen Begriffen hinreichend erweislich ist, ein Gesetz einer schlechterdings notwendigen Gegenbewegung.

Es ist also auch keine absolute Bewegung, wenngleich ein Körper im leeren Raume in Ansehung eines anderen als bewegt gedacht wird; die Bewegung beider wird hier nicht relativ auf den sie umgebenden Raum, sondern nur auf den zwischen ihnen, welcher ihr äußeres Verhältnis untereinander allein bestimmt, als den absoluten Raum betrachtet, und ist also wiederum nur relativ. Absolute Bewegung würde also nur diejenige sein, die einem Körper ohne ein Verhältnis auf irgendeine andere Materie zukäme. Eine solche wäre allein die geradlinichte Bewegung des Weltganzen, d. i. des Systems aller Materie. Denn wenn außer einer

---

erkannt werden können. Die Sache ist jedoch nicht gänzlich hoffnungslos.“ Uebers. v. Wolfers.) Hierauf läßt er zwei durch einen Faden verknüpfte Kugeln sich um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunkt im leeren Raume drehen, und zeigt, wie die Wirklichkeit ihrer Bewegung samt der Richtung derselben dennoch durch Erfahrung könne gefunden werden. Ich habe dieses auch an der um ihre Achse bewegten Erde unter etwas veränderten Umständen zu zeigen gesucht.

Materie noch irgend eine andere, selbst durch den leeren Raum getrennte Materie wäre, so würde die Bewegung schon relativ sein. Um deswillen ist ein jeder Beweis eines Bewegungsgesetzes, der darauf hinausläuft, daß das Gegenteil desselben eine geradlinichte Bewegung des ganzen Weltgebäudes zur Folge haben müßte, ein apodiktischer Beweis der Wahrheit desselben; bloß weil daraus absolute Bewegung folgen würde, die schlechterdings unmöglich ist. Von der Art ist das Gesetz des Antagonisms in aller Gemeinschaft der Materie durch Bewegung. Denn eine jede Abweichung von demselben würde den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Schwere aller Materie, mithin das ganze Weltgebäude aus der Stelle rücken, welches dagegen, wenn man dieses sich als um seine Achse gedreht vorstellen wollte, nicht geschehen würde, welche Bewegung also immer noch zu denken möglich, obzwar anzunehmen, so viel man absehen kann, ganz ohne begreiflichen Nutzen sein würde.

Auf die verschiedenen Begriffe der Bewegung und bewegenden Kräfte haben auch die verschiedenen Begriffe vom leeren Raume ihre Beziehung. Der leere Raum in phoronomischer Rücksicht, der auch der absolute Raum heißt, sollte billig nicht ein leerer Raum genannt werden; denn er ist nur die Idee von einem Raume, in welchem ich von aller besonderen Materie, die ihn zum Gegenstande der Erfahrung macht, abstrahiere, um in ihm den materiellen, oder jeden empirischen Raum noch als beweglich und dadurch die Bewegung nicht bloß einseitig als absolutes, sondern jederzeit wechselseitig als bloß relatives Prädikat zu denken. Er ist also gar nichts, was zur Existenz der Dinge, sondern bloß zur Bestimmung der Begriffe gehört, und sofern existiert kein leerer Raum. Der leere Raum in dynamischer Rücksicht ist der, der nicht erfüllet ist, d. i. worin in dem Eindringen des Beweglichen nichts anderes Bewegliches widersteht, folglich keine repulsive Kraft wirkt, und er kann entweder der leere Raum in der Welt *(vacuum mundanum)*, oder, wenn diese als begrenzt vorgestellt wird, der leere Raum außer der

Welt *(vacuum extramundanum)* sein; der erstere auch entweder als zerstreuter *(vacuum disseminatum,* der nur einen Teil des Volumens der Materie ausmacht), oder als gehäufter leerer Raum *(vacuum coaceruatum,* der die Körper, z. B. Weltkörper, voneinander absondert) vorgestellt werden, welche Unterscheidung, da sie nur auf dem Unterschied der Plätze, die man dem leeren Raum in der Welt anweiset, beruht, eben nicht wesentlich ist, aber doch in verschiedener Absicht gebraucht wird, der erste, um den spezifischen Unterschied der Dichtigkeit, der zweite, um die Möglichkeit einer von allem äußeren Widerstande freien Bewegung im Weltraume davon abzuleiten. Daß den leeren Raum in der ersteren Absicht anzunehmen nicht nötig sei, ist schon in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik gezeigt worden; daß es aber unmöglich sei, kann aus seinem Begriffe allein, nach dem Satze des Widerspruchs, keinesweges bewiesen werden. Gleichwohl, wenn hier auch kein bloß logischer Grund der Verwerfung desselben anzutreffen wäre, könnte doch ein allgemeiner physischer Grund, ihn aus der Naturlehre zu verweisen, nämlich der von der Möglichkeit der Zusammensetzung einer Materie überhaupt, da sein, wenn man die letztere nur besser einsähe. Denn wenn die Anziehung, die man zur Erklärung des Zusammenhanges der Materie annimmt, nur scheinbare, nicht wahre Anziehung, vielmehr etwa bloß die Wirkung einer Zusammendrückung durch äußere im Weltraume allenthalben verbreitete Materie (den Äther), welche selbst nur durch eine allgemeine und ursprüngliche Anziehung nämlich die Gravitation, zu diesem Drucke gebracht wird, sein sollte, welche Meinung manche Gründe für sich hat, so würde der leere Raum innerhalb den Materien, wenngleich nicht logisch, doch dynamisch und also physisch unmöglich sein, weil jede Materie sich in die leeren Räume, die man innerhalb derselben annähme (da ihrer expansiven Kraft hier nichts widersteht), von selbst ausbreiten und sie jederzeit erfüllet erhalten würde. Ein leerer Raum außer der Welt würde, wenn man unter dieser den Inbegriff aller vorzüglich attraktiven Materien (der großen Weltkörper)

versteht, aus ebendenselben Gründen[a]) unmöglich sein, weil nach dem Maße, als die Entfernung von diesen zunimmt, auch die Anziehungskraft auf den Äther (der jene Körper alle einschließt und, von jener getrieben, sie in ihrer Dichtigkeit durch Zusammendrückung erhält) in umgekehrtem Verhältnisse abnimmt, dieser also selbst nur ins Unendliche an Dichtigkeit abnehmen, nirgend aber den Raum ganz leer lassen würde. Daß es indessen mit dieser Wegschaffung des leeren Raums ganz hypothetisch zugeht, darf niemand befremden; geht es doch mit der Behauptung desselben nicht besser zu. Diejenige, welche diese Streitfrage dogmatisch zu entscheiden wagen, sie mögen es bejahend oder verneinend tun, stützen sich zuletzt auf lauter metaphysische Voraussetzungen, wie aus der Dynamik zu ersehen ist, und es war wenigstens nötig, hier zu zeigen, daß diese über gedachte Aufgabe gar nicht entscheiden können[b]). Was drittens den leeren Raum in mechanischer Absicht betrifft, so ist dieser das gehäufte Leere innerhalb dem Weltganzen, um den Weltkörpern freie Bewegung zu verschaffen. Man siehet leicht, daß die Möglichkeit oder Unmöglichkeit desselben nicht auf metaphysischen Gründen, sondern dem schwer aufzuschließenden Naturgeheimnisse, auf welche Art die Materie ihrer eigenen ausdehnenden Kraft Schranken setze, beruhe. Gleichwohl, wenn das, was in der allgemeinen Anmerkung zur Dynamik von der ins Unendliche möglichen größeren Ausdehnung spezifisch verschiedener Stoffe, bei derselben Quantität der Materie (ihrem Gewichte nach) gesagt worden, eingeräumt wird, so möchte wohl, um der freien und daurenden Bewegung der Weltkörper willen, einen leeren Raum anzunehmen unnötig sein, weil der Widerstand, selbst bei gänzlich erfülleten Räumen, alsdenn doch so klein, als man will, gedacht werden kann.

a) „Grunde“ A‴.
b) „könne“ A‴.

Und so endigt sich die metaphysische Körperlehre mit dem Leeren und eben darum Unbegreiflichen, worin sie einerlei Schicksal mit allen übrigen Versuchen der Vernunft hat, wenn sie im Zurückgehen zu Prinzipien den ersten Gründen der Dinge nachstrebt, da, weil es ihre Natur so mit sich bringt, niemals etwas anders, als sofern es unter gegebenen Bedingungen bestimmt ist, zu begreifen, folglich sie weder beim Bedingten stehen bleiben, noch sich das Unbedingte faßlich machen kann, ihr, wenn Wißbegierde sie auffodert, das absolute Ganze aller Bedingungen zu fassen, nichts übrigbleibt, als von den Gegenständen auf sich selbst zurückzukehren, um anstatt der letzten Grenze der Dinge die letzte Grenze ihres eigenen sich selbst überlassenen Vermögens zu erforschen und zu bestimmen.

Personenregister.

A.

Addison, Joseph, englischer Dichter, Gelehrter und Staatsmann, geboren am 1. Mai 1672 zu Milston in Wiltshire, gestorben am 17. Juni 1719 in Holland House bei Kensington. Vgl. zum Zitat Seite 133. „Der Aufseher", deutsch durch L. A. Gottschedin, 2. Aufl., 6. Teil, S. 277.

B.

Bradley, James, geboren 1692 zu Shireborn in Gloucester, gestorben am 13. Juli 1762 zu Chalford, Astronom, Professor der Astronomie und Dr. der Theologie in Oxford, später Professor der Astronomie in Greenwich. Entdecker der Abweichung der Fixsterne, der Schwankung der Erdachse und der Aberration des Lichts 19. 45. 107.

Brahe siehe Tycho de Brahe.

Brockes, Barthold Heinrich, geboren am 22. September 1680 zu Hamburg, gestorben am 16. Januar 1747 ebenda. Deutscher Dichter. Sein Hauptwerk ist das Gedicht „Irdisches Vergnügen in Gott". Verdienstvoller Übersetzer 129.

Buffon, George Louis Leclerc, Graf von B., geboren am 7. September 1707 zu Montbard in Bourgogne, gestorben am 16. April 1788 in Paris. Berühmter Naturforscher, 1739 Intendant am Jardin royal des plantes. Sein Hauptwerk ist die Histoire naturelle générale et particulière (Paris 1749—1788), in 36 Bänden, die von Lacepède fortgesetzt wurde 77. 160.

Bugge, Thomas, geboren am 12. Oktober 1740 zu Kopenhagen, gestorben am 15. Januar 1815 ebenda. Mathematiker, Astronom und Geograph, Professor der Mathematik und Direktor der Sternwarte in Kopenhagen. Sein Hauptwerk „De forste Grunde til den sphaeriske og theoretiske Astronomie samt den mathematiske Geographie" (erste Gründe der sphärischen und theoretischen Astronomie und mathematischen Geographie erschien 1796) 99 Anm.

C.

Cartesius, Descartes, René, geboren am 13. März 1596 zu

La Haye, Touraine, gestorben am 11. Februar 1650 zu Stockholm 15. 278.

Cassini, Giovanni Domenico, geboren am 8. Juni 1625 zu Perinaldo bei Nizza, gestorben am 14. September 1712. Professor der Astronomie zu Bologna, Mitglied der Pariser Akademie und erster Direktor der neuerbauten Sternwarte zu Paris: entdeckte die Rotationen der Planeten Jupiter, Mars und Venus, vier Trabanten des Saturn und die Teilung des Saturnringes 103. 107. Anm.

D.

Democritus aus Abdera um 470/370 a. Chr. n. 13. 14. 278.

Derham, William, geboren 1657 in Stoughton (Worcester), gestorben 1735, Naturphilosoph und Theologe. Er schrieb eine Physico-Theologie 1713, eine Astro-Theologie 1714 (vgl. Kants Zitat Seite 48) und eine Christo-Theologie 1730, sowie ein Buch über die Uhrmacherkunst 21. Anm. 48.

E.

Epicur, geboren um 341 a. Chr. n. zu Samos, gestorben um 270 8. 13. 14.

Erxleben, geboren am 22. Juni 1744 zu Quedlinburg, gestorben am 19. August 1777; Professor der Philosophie an der Universität Göttingen: er schrieb „Anfangsgründe der Naturlehre", 3. Aufl., mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg 1785 49. Anm.

Euler, Leonhard, geboren den 15. April 1707 zu Basel, gestorben den 18. September 1783 zu St. Petersburg, großer Mathematiker und Physiker, Professor der Physik und Mathematik und Mitglied der Akademie zu St. Petersburg, seit 1741 Professor der Mathematik zu Berlin; schrieb viele vorzügliche Lehrbücher, die „Introductio in analysin infinitorum" 1748, „Introductiones calculi differentialis" 1755 und die „Introductiones calculi integralis" 1768—1770, sowie die „Briefe an eine deutsche Prinzessin" „Lettres à une princesse d'Allemagne sur quelques sujets de physique et de philosophie" 1768 bis 1772 259 Anm.

F.

Flammsteed, John, geboren am 19. August 1646 zu Derby, gestorben am 31. Dezember 1719, königlicher Astronom an der neuerbauten Sternwarte zu Greenwich, Vorgänger Halleys: Seine „Historia coelestis" und sein „Atlas coelestis" erschienen erst nach seinem Tode 19.

Fontenelle, Bernard le Bovier de, geboren am 11. Februar 1657 zu Rouen, gestorben am 9. Januar 1757 zu Paris: berühmter Schriftsteller, Mitglied der Académie française und ständiger Sekretär der Akademie des sciences. Sein „Entretien sur la pluralité des mondes" wurde 1727 von Gottsched ins Deutsche übersetzt 169.

G.

Gensichen, Johann Friedrich, geboren 1759 zu Driesen in der Neumark, gestorben am 7. September 1807: Zweiter Inspektor des Alumnats beim Collegium Albertinum und zweiter Bibliothekar an der Schloßbibliothek zu Königsberg, außerordentlicher Professor an der Universität Königsberg 43. 46 f. 49. 53. 61 ff. 69 f. 73 f. 77. 94 f. 99. 109. Anm.

Gottsched, Johann Christoph, geboren am 2. Februar 1700 zu Juditten bei Königsberg, gestorben den 12. Dezember 1766 zu Leipzig: Dichter und Gelehrter, Professor der Dichtkunst, der Logik und Metaphysik zu Leipzig 133.

H.

Hales, Stephanus, geboren am 7. September 1677 in der Grafschaft Kent, gestorben den 4. Januar 1761; Doktor der Theologie und bedeutender Naturforscher, Vikarius zu Teddington und Parlock, zuletzt Pfarrer in Sarringdon, Mitglied der Royal Society zu London und der Akademie der Wissenschaften zu Paris. Er schrieb eine „Statik der Gewächse", eine „Statik des Geblüts" und ein Buch über die „Verbesserung des Seewassers" 137.

Haller, Albrecht v., geboren am 16. Oktober 1708 zu Bern, gestorben am 12. Dezember 1777 ebenda: Dichter und Arzt, Professor der Anatomie und Chirurgie in Göttingen Verfasser des bekannten Lehrgedichts „Die Alpen". Kants Zitate stammen aus der „Unvollkommenen Ode über die Ewigkeit" 1743 125. 132. 184.

Halley, Edmund, geboren am 29. Oktober 1656 zu Haggerston bei London, gestorben am 14. Januar 1742 zu Greenwich: großer Astronom, Professor der Geometrie zu Oxford und Direktor der Sternwarte von Greenwich 20 f. Anm.

Herschel, Friedrich Wilhelm (Sir Fred. William), geboren am 15. November 1738 in Hannover, gestorben am 25. August 1822 in Slough bei Windsor: Königl. Astronom Georgs III. Er entdeckte den Planeten Uranus; die von ihm mit Hilfe eines selbstverfertigten Spiegelteleskops angestellten Beobachtungen gehören zu den wertvollsten Errungenschaften der neueren Astronomie 47. Anm. 99. Anm.

Hevelius (Johannes Hevel oder Höwelcke), geboren am 28. Januar 1611 zu Danzig, gestorben am 28. Januar 1687 ebenda, Ratsherr und Bierbrauer zu Danzig und hervorragender Astronom. Seine bedeutendsten Werke sind die „Selenographia" (Mondbeschreibung) und die „Machina coelestis" 1673—1679 21. Anm.

Hire, Philippe de La, geboren am 18. März 1640 zu Paris, gestorben am 21. April 1718 ebenda: Mitglied der Akademie des sciences und Professor am Collège de France,

großer Mathematiker und Astronom 46. Anm.

Hugen. Huyghens, Christian, geboren am 14. August 1629 im Haag, gestorben am 8. Juni 1695 ebenda, großer Mathematiker, Physiker und Astronom, Mitglied der Royal Society und der Akademie der Wissenschaften zu Paris 20. Anm. 39. 44 f. 100.

Hume, David, geboren am 26. April 1711 zu Edinburgh, gestorben am 25. August 1776 ebenda, Philosoph und Historiker 200 Anm.

K.

Kepler, Johann, geboren am 27. Dezember 1571 zu Weil in Württemberg, gestorben am 15. November 1630 zu Regensburg 34. 299.

L.

La Hire siehe Hire.

Lambert, Johann Heinrich, geboren am 26. August 1728 zu Mülhausen im E., gestorben am 25. September 1777 zu Berlin: großer Mathematiker, Physiker, Astronom und Philosoph, Professor in München und Mitglied der Akademie der Wissenschaften. Er schrieb 1760 eine Photometrie, 1761 „Kosmologische Briefe", das „Neue Organon" usw. 46 f. Anm. 49. Anm. 229.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, geboren am 21. Juni 1646 zu Leipzig, gestorben am 14. November 1716 zu Hannover 242 f.

Leucipp. Leukippos aus Abdera, lebte um das 5. Jahrhundert vor Christi Geburt 13. 14.

Lichtenberg, Georg Christoph, geboren am 1. Juli 1742 in Ober-Ramstadt bei Darmstadt, gestorben am 24. Februar 1799 in Göttingen, Professor der Philosophie in Göttingen, bedeutender Naturforscher und Satyriker 49. Anm. 110. Anm.

Lucrez. Titus Lucretius Carus, geboren um 96 a Chr. n. gestorben 55: römischer Dichter, Verfasser des Lehrgedichts „De rerum natura" 13. 197.

M.

Mairan, Herr von (Jean-Jacques Dortous de), geboren am 26. November 1678 zu Beziers, gestorben am 20. Februar 1771 zu Paris: Schriftsteller, Physiker und Astronom. Ständiger Sekretär und Mitglied der Pariser Akademie des sciences, der Royal Society, sowie der Petersburger Akademie. Drei seiner Abhandlungen wurden von der Akademie zu Bordeaux preisgekrönt 112.

Mariotte, Edme, geboren um 1620 in Bourgogne, gestorben am 12. Mai 1684 zu Paris, berühmter Physiker, Prior von St. Martin-sous-Beaune und Mitglied der Pariser Akademie des sciences. Das nach ihm benannte Gesetz, welches er zugleich mit Robert Boyle entdeckte, wurde von ihm 1679 in der Abhandlung „De la nature de l'air" veröffentlicht 263.

Maupertuis, Pierre Louis, Moreau de, geboren am 28. Sep-

tember 1698 in St. Malo, gestorben am 27. Juli 1759 in Basel, bedeutender Mathematiker und Naturforscher, Mitglied der Akademie des sciences zu Paris und Präsident der Berliner Akademie 20. 48. 50.

N.

Newton, Sir Isaak, geboren am 5. Januar 1643 zu Woolsthorpe in Lincolnshire, gestorben am 31. März 1727 zu Kensington 13. 17. 18. 23. 33. 42. 66. 70. 72 f. 76. 101 ff. 107. 128. 153. 156. 159. 176. 177. 198. Anm. 203. 252 f. 263. 271. 299. 309. 315.

P.

Poned (Pound), Jacob, lebte im ersten Viertel des 17. Jahrhunderts: bedeutender Physiker und Astronom, Mitglied der Royal Society und Prediger an der englischen Kirche zu London 103.

Pope, Alexander, geboren am 21. Mai 1688 zu London, gestorben am 30. Mai 1744 zu Twickenham: Dichter; Vertreter des Pseudoklassizismus. Kants Zitate sind dem „Versuch vom Menschen" entnommen, den Brockes verdeutscht hat, vgl. diese Übersetzung Seite 5, 59. 11, 5. 35, 25/26; 31. 55. 129. 165. 177. 183.

R.

Ricciolus (Riccioli), Giovanni Battista, geboren 1598 zu Terrara, gestorben am 25. Juli 1671 zu Bologna: Jesuit, berühmter Astronom. Sein bedeutendstes Werk ist das im Jahre 1651 zu Bologna erschienene „Almagestum novum" 46.

S.

Steinwehr, Wolf Balthasar Adolph von, geboren am 9. August 1704 zu Delz bei Soldin in der Neumark, gestorben am 4. April 1771, a. o. Professor der Philosophie in Göttingen, später Professor der Geschichte, des Natur- und Völkerrechts in Frankfurt an der Oder 107. Anm.

T.

Tycho de Brahe, geboren am 14. Dezember 1546 zu Knutstorp bei Helsingborg, gestorben am 24. Oktober 1601 zu Prag, berühmter Astronom, Vorsteher der Sternwarte in Uranienburg. Sein Hauptwerk „Astronomiae instauratae mechanica" erschien 1598 zu Wandsbeck. Bei der Aufstellung seiner drei berühmten Gesetze fußte Kepler vor allem auf den vortrefflichen Beobachtungen Tycho de Brahes 19.

U.

Ulrich, Johann August Heinrich, geboren am 26. April 1746 zu Rudolstadt, gestorben am 3. Februar 1813. Professor der Philosophie in Jena 197. Anm.

W.

Weitenkampf, Johann Friedrich, gestorben April 1758: Ma-

gister und Privatdozent der Philosophie an der Universität zu Helmstädt, Diakonus zu Braunschweig, schrieb das „Lehrgebäude vom Untergang der Erde“ 118. Anm.

Wright von Durham, Thomas, lebte um die Mitte des 18. Jahrhunderts. Sein Werk, auf das sich Kant in der „Naturgeschichte des Himmels“ beruft, trägt den Titel: An original Theory or new Hypothesis of The Universe, founded upon The Laws of Nature, and solving by mathematical Principles The general Phaenomena of The visible Creation; and particulary The Via lactea (eine neu erfundene Theorie oder neue Hypothese von dem Weltgebäude, die sich auf die Gesetze der Natur gründet und durch mathematische Grundsätze die allgemeinen Phänomene der sichtbaren Schöpfung und der Milchstraße im besonderen auflöst) 18. 20. 40. 142.

Sachregister.

A.

Abweichung, freie, der Himmelskörper 155.
— von der gemeinschaftlichen Fläche 151.
— von der geradlinigen Bewegung 13, 14.
Achse, Verkürzung der 101.
~ndrehung, Theorie der 90 f.
actio in distans 248.
Adler (Sternbild) 141.
Äquator einer Himmelskugel 93. 101.
~sfläche 36, 57, 101.
Äquinoktialzirkel 93.
Äther 253, 280, 318.
Akzeleration, Moment der 302.
Akzidens 199 Anm.
Allgemeine Literaturzeitung 197, Anm.
Allgemeinheit, logische 206.
—, physische 206.
Allheit 226.
Andromeda (Sternbild) 21 Anm.
Anordnung, höchste A. der Welt 152.
Anschauung a priori 193, 199, Anm.
—, innere = Zeit 194.
—, reine A.en und Formen der Gegenstände möglicher Erfahrung 199, Anm.
Antagonismus, Gesetz des 317.
Antinous (Sternbild) 20 f. Anm.
Anziehen = sich einander nach einem Gesetze nähern 251.
Anziehung 115, 117 f., 318.
—, die allgemeine A. ist proportional der Quantität der Materie 252 ff.
— durch den leeren Raum 249.
—, eine durchdringende Kraft 303.
— in die Ferne 198 Anm.
—, ursprüngliche 253, 256, 288.
—, ursprüngliche Bewegungsquelle 117.
—, Newtonsche 66.
—, Sollizitation der 303.
— der Teilchen 65 f.
—, Versuch einer Konstruktion der 258 f.
—, wahre und scheinbare 251 f.
~skraft (siehe auch „Kraft") 23, 35, 57, 60 ff., 230, 243.
Apperzeption 290.
a priori erkennen = aus bloßer Möglichkeit erkennen 193.
Arktur 19.
Astrotheologie (siehe auch „Derham") 48.
Atheisten 13.
Atome 147.
— und das Leere 277 f.
Atomistik oder Korpuskularphilosophie 278.
Attraktion 148.
—, Gesetze der 12, 102, Anm.
—, Mittelpunkt der 62, 64.

Attraktion, spezifische 66.
~stheorie 253.
~szentrum des Universums 120.
Auflösung, Definition 274 f.
—, absolute 274.
Ausdehnung, unendliche 118, Anm.

B.

Bebung 208.
Bedingung, das absolute Ganze aller B.en 320.
Begehren 292.
Begriff, abgezogener 172.
—, Konstruktion des B.s 193, 195, 239, 262, 281.
—, — der Bewegung 213.
—, platonischer B. von der Welt 242.
Beharrung, beharrlich, Definition 211.
—, beharren, nicht gleich in beharrlichem Zustande sein 213.
Berührung, mathematische 248, 251.
—, nicht unterschieden von: durch unendlich kleine Zwischenräume getrennt sein 262.
—, physische 248 f.
— = Wirkung der Undurchdringlichkeit 248, 251.
Beschleunigung 302.
Beweglichkeit 204. 206.
Bewegung, absolute 298, 306 f., 308. 311. 316.
—, — des Weltganzen 316.
—, relative 205, 298, 311.
—, beschleunigte 35.
—, drehende 208.
—, eingedrückte 16, 59.
—, exzentrische 80.
—, fortschreitende 208.
—, geradlinige 208, 216, 225.
—, innere 208.
—, kreisförmige 17, 36, 52, 313 f.
—, krummlinige 225.
Bewegung, nicht in sich zurückkehrende 208.
—, oszillierende 208.
—, schießende 148.
—, wahre (wirkliche) 313 f.
—, zirkulierende 208.
—, Begriff der B. und seine Konstruktion 213.
—, — als Gegenstand der Erfahrung 307.
— als Beschreibung des Raumes 217.
— als Größe 214.
—, Größe der B. mechanisch geschätzt 283 f.
—, Größenlehre der 217.
—, Grundbestimmung eines Etwas, das Gegenstand äußerer Sinne ist 201.
— eines Dinges = Veränderung seiner äußeren Verhältnisse 207.
—, Mitteilung der B. und ihre Konstruktion 299.
—, Modalität der B. in der Phoronomie 308.
—, — der B. in der Dynamik 310.
—, — der B. in der Mechanik 310.
—, — der geradlinigen B. 306 f., 308.
—, — der kreisförmigen B. 308.
—, Mechanik der natürlichen B.en 182.
—, Quantität der B. (phoronomischer und mechanischer Begriff der Quantität der B.) 285.
—, Zusammensetzung der 218.
—, — 225.
1. Fall 218.
2. Fall 219.
3. Fall 220 f.
—, —, Definition 216.
—, Konstruktion der Zusammensetzung der B. 224.
—, Zusammensetzung der B. muß

ohne Zuhilfenahme von Kräften geschehen 224.
~sgesetze, allgemeine 16. 145 f. 162.
~slehre, reine und angewandte 201.
Bewußtsein 290.

C.

Centaur (Sternbild) 20, Anm.
Chaos 12, 15, 23 f., 60 f., 98, 115, 117, 123 f., 126, 130 ff., 139, 143.
Chemie, nicht Wissenschaft, sondern systematische Kunst 191, 193.
—, chemische Wirkung 274 f.

D.

Denken 292.
—, Prinzipien der Möglichkeit des D.s 200 Anm.
Denkvermögen 172 ff.
Dichtigkeit, Definition 267.
—, absolute 267.
—, Abnahme der D. mit der Entfernung von der Sonne 156.
Ding an sich 240.
—, das Zusammengesetzte der Dinge an sich 242.
Durchdringung der Materie 232 f.
—, chemische 274 f.
Dynamik 201, 227 ff., 252, 309.
—, allgemeine Gesetze der 262.
—, Grundsatz der allgemeinen 272.
—, allgemeine Prinzipien der 264.
—, dynamische Erklärung 277.

E.

Einfache, das 242 f.
Einheit 225.
Ekliptik 91.
Elastizität, ursprüngliche 232.
— (Definition) 257.
Elastizität, Springkraft 299 Anm.
—, expansive } 273.
—, attraktive }
— der Dünste 61.
—, elastisches Medium 276.
Ellipse, offene 48.
Empfindung 172 f.
Endzweck, Beweggründe des E's. 176.
Epikureer 146.
Erde (Planet) 33, 51, 70 ff., 76, 84, 91, 115, 135, 157, 160, 161, 169, 184 f.
—, Erdachse, schiefe Lage der 163.
—, Einwohner der 175, 178.
—, Monde der 163.
—, ob die Erde einmal einen Ring gehabt hat 110 ff.
Erfahrung 306.
— = empirische Erkenntnis — enthält Metaphysik 195.
—, nur möglich durch Kategorien 199 Anm.
Erklärungsart, mechanische 152, 161 f.
—, mathematisch - mechanische 266.
Erscheinung 312 f.
— und Schein 306.
—, Teilbarkeit der 241.
—, das Zusammengesetzte der 243.
Erscheinungslehre 312.
Euler (Eulers Hypothese) 259.
Ewigkeit 118 Anm., 124.
Exzentrizität (der Planeten) 24, 51 f., 67, 78 ff.
—, Zunahme der, mit dem Abstand von der Sonne 80.
—, Ausnahmen davon 81.

F.

Fernwirkung 248, 250.
fest (Definition) 269.
Feuerhimmel 48.

Figuren (elliptische) 49, 50.
Fixsterne 18.
— = Sonnen 39, 115f.
—, System der 43, 47.
—, systematische Verfassung der 31ff.
~nsysteme, Theorie der 24.
— = Wandelsterne höherer Ordnung 19.
Fläche, gemeinschaftliche, der Fixsterne 18, 41, 49.
— —, der Planeten 36, 43, 66, 72f., 149ff., 155.
flüssig (Definition) 269.
Fuchs (Sternbild) 141.

G.

Gans (Sternbild) 141.
Gärung 208.
Geist, unsterblicher 133.
Geister, Wohnort der 142f.
Geisterwelt, Anfang des Geschlechts der 144.
Gemeinschaft, Kategorie der 302.
Geometrie 203.
—, geometrische Konstruktion beruht auf Kongruenz 222.
Geschöpfe, belebte, ihr Ursprung 14.
Geschwindigkeit 208.
—, Begriff der 210.
— als Größe 222.
—, extensive Größe 223.
—, intensive Größe 223.
—, Konstruktion der, als Größe 223.
—, Abnahme der, nach dem Grad der Entfernung vom Mittelpunkt 149.
Gesetze, allgemeine 181.
—, eingepflanzte 147.
—, ewige 145.
—, die notwendigen, und die Materie 14f.
—, die, der scheinbaren Veränderungen eines Sternes 20.
Gestalten, Möglichkeit der 266.
Gleichartigkeit, absolute, des Stoffes 278.
Glückseligkeit 133, 142, 186.
Gott 15, 129, 145, 152, 162,
—, Unendlichkeit seiner Schöpfungskraft 118.
~es Absicht 157.
~es Vollkommenheit 183.
~es Wahl 161.
~es Weisheit 119f., 162, 168, 181.
~es Wille 153.
— in der Maschine 146.
Gottesleugnung, Theorie der 14.
Gottheit 133, 142, 144, 147, 178.
Göttliche Allmacht 127f.
— Gegenwart: leerer Raum als Umfang der göttlichen Gegenwart 115.
— —, unendlicher Raum der göttlichen Gegenwart 122ff.
— Idee 99.
Göttlicher Urheber: Beweis eines göttlichen Urhebers aus der Schönheit und Vollkommenheit des Weltbaues 8.
— Verstand 98, 118 Anm., 182; ewige Idee des göttlichen Verstandes 60, 182.
Gravität 34; System der Gravitäten 190 Anm.
Gravitation (Definition) 257.
Grenze, letzte, der Dinge 320.
— der sich selbst überlassenen Vermögen 320.
Größe 199.
—, Begriff der 217, 225.
—, Anwendung des Begriffs der, auf Materie 245.
—, Konstruktion der 285;
—, extensive 223,
—, intensive 202, 223, 286.
Größenlehre der Bewegungen 217.

Grundsätze, synthetische 199 Anm.
Grundstoff, elementarischer 59.
Grundwesen 145.

H.

Harmonie, prästabilierte 200 Anm.
Härte, absolute 299 Anm., 303.
Herkules, Sternbild 21 Anm.
Himmelskörper, Bildung der 55 ff.
—, Übereinstimmung in der Bewegung der 57.
—, Ursachen ihrer Bewegungen 55 ff.
Hydrodynamik, Gesetz der 271.
Hydrostatik, Gesetz der 272.
Hylozoismus, der Tod der Naturphilosophie 293.

I.

Ich, das — kein Begriff 291.
Intussuszeption 275.
Irrsterne 44.
Irrtum: Quelle des Irrtums und der Laster 174.

J.

Jamaika 10.
Jupiter (Planet) 33, 51, 72, 74 f., 81, 83, 86, 88 f., 91, 93 f., 102 f., 108, 115 f., 157 f., 168, 170, 178 ff., 185, 253.
—, seine Achse 163.
—, seine Bewohner 175.
—, seine Monde 163.

K.

Kategorien 199.
—, Deduktion der 197 Anm.
—, Tafel der 197 Anm.
Kausalität, Kategorie der 302.
Kausalverhältnis 296 Anm.
Keplersche Gesetze 34 (siehe auch Kepler).
Klebrigkeit (viscositas) Definition 269.
Komet 33, 42, 44, 67 Anm., 149, 152, 171.
∽n, Atmosphären der 81.
∽n, Massen und Dichtigkeiten der 83.
—, Schweife der 77, 81, 84.
∽n, Abweichung der 24, 36.
—, Ursprung der 78 ff.
∽n, weniger exzentrische 51, 67.
—, kometische Bewegungen 82 f.
—, kometische Körper 73.
Kontinuum 239, 262, 267.
Körper: Bildung eines Körpers 66.
—, physischer, Definition 267.
—, mechanischer, Definition 283.
—, absolut harte 299 Anm., 303 f.
—, elastische 299 Anm.
Kosmogonie 176; alte 14.
Kraft, bewegende 228, 264, 265.
—, Anziehungskraft 131, 154, 230 f., 253, 279, 288, 303; siehe auch Anziehung (Attraktionskraft).
—, ursprüngliche Anziehungskraft, erstreckt sich ins Unendliche 254 f., 263, wirkt im umgekehrten Verhältnis der Quadrate der Entfernung 259, 260 f., 262.
—, Anziehungskraft, ist eine Grundkraft 243 ff., 264.
—, Anziehungskraft, Grund der Möglichkeit der Materie 249.
—, durchdringende 254.
—, eingepflanzte Kräfte 147.
—, expansive 265.
—, Flächenkraft 254.
—, geistige Kräfte 142.
—, Grundkräfte 249, 266.
—, lebendige Kräfte, Schätzung der lebendigen Kräfte 285 f.
—, tote 286.
—, den Mittelpunkt fliehende Kräfte 42, 43.
—, schießende 33.

Kraft, Schwungkraft 63, 117, 153.
—, Senkungskraft 34f., 52, 63, 148.
—, treibende 230.
—, Umwendungskraft 62.
—, wesentliche Kräfte 61.
—, Zentralkraft 96.
—, Zentripetalkraft 34.
—, ziehende 230.
—, zusammendrückende 232, 244.
—, Zurückstoßungkraft (repulsive [siehe auch da]) 131, 230f., 244, 246ff., 250, 263, 279.
— —, gehört zum Wesen der Materie 247.
— —, ursprüngliche 249, 263.
— —, Konstruktion; wirkt im umgekehrten Verhältnis der Würfel unendlich kleiner Entfernungen 260, 262.
—, Zurückstoßung, Sphäre der Kraft des Einfachen 261.
Kreisbewegung, beständige 36.
— der Himmelskörper 52.
Kritik der reinen Vernunft 206.

L.

Leben, Definition 292.
Leblosigkeit 292.
Leere, das 320.
—, das absolut 277f.
Lehrbegriff, mechanischer 181.
Lehrverfassung, mechanische 156.
—, des Weltbaues. Beweis ihrer Richtigkeit 144ff.
Licht, eingedrückte Bewegung des L.s 117.
Limitation, Kategorie der 264.
Logik 312 Anm.
Luft 136f.
Lust und Unlust, Gefühl der 292.

M.

Mars (Planet) 33, 51, 75, 79, 81, 88f., 91, 158f., 161, 170, 184f.
—, seine Achse 163.
Mars, seine Bewohner 185.
Maschine, Definition 283.
Masse, Begriff der 287.
—, Definition 283.
— der Himmelskörper im Vergleich zu ihren Entfernungen vom Zentralkörper 72, 157.
—, Ursprung der Massen zugleich Ursprung der Bewegungen 66.
Materie 196.
—, Allgemeiner Begriff der 200, 205.
—, der Begriff der, wird auf bewegende Kräfte zurückgeführt 265.
—, Konstruktion des Begriffs der 229, 255f., 266.
—, Zergliederung der 195.
—, Definition = das Bewegliche im Raume 204.
—, — = das Bewegliche, sofern es einen Raum erfüllt 227.
—, Subjekt dessen, was im Raume existiert 236.
— als etwas Bewegliches 214.
—, dynamische Erklärung der 227, 255.
—, mechanische Definition der 282ff.
—, phänomenologische Definition der 305f.
—, bloß leidend 60.
—, Gegenstand äußerer Sinne 205.
—, das eigentliche Empirische 205.
— hat keine inneren Bestimmungen 292.
— als Substanz 291.
—, anerschaffene Eigenschaften der 16.
—, feinste Auflösung der 23.
— hat eine natürliche Bestrebung zu einer vollkommenen Verfassung 60.

Materie, ihre Gesetze und der Entwurf der höchsten Weisheit 9.
—, Grundmaterie, eine Folge des göttlichen Daseins 119.
—, die Materien des Weltraumes befinden sich ihren Höhen nach im verkehrten Verhältnis ihrer Dichtigkeiten 69f.
—, Kräfte der 146.
—, Quantität der, Definition 283f., 288.
~n, spezifische Verschiedenheit der 277.
~n, stetige 262.
Mathematik — läßt sich nichts wegvernünfteln 240.
—, die Anwendung der, auf Körperlehre erfordert Konstruktion der Begriffe 195.
— gründet ihre Erkenntnis auf Konstruktion der Begriffe in einer Anschauung a priori 192.
— und Metaphysik 239.
—, mathematische Konstruktion 195, 224.
Mechanik 201, 216, 224, 252, 282ff., 296 Anm.
—, 1. Gesetz der 289.
—, 2. Gesetz der 291.
—, 3. Gesetz der 293.
—, blinde 11.
—, mechanischer Weg 277f.
—, mechanische Wirkung 274f.
Menge ohne Zahl und Grenzen 118 Anm.
—, unendliche 240f.
Mensch, seine Natur 171ff., 177.
Merkur (Planet) 33, 51, 70, 72, 75, 81, 149, 161.
—, seine Bewohner 177f.
Metaphysik 203, 239.
— oder Philosophie = reine Vernunfterkenntnis aus bloßen Begriffen 192.
— der Natur 192.
Metaphysik, der Natur, transzendentaler Teil, der 192.
— der körperlichen Natur 192, 195, 202.
— der denkenden Natur 192.
— enthält die reinen Handlungen des Denkens, also Begriffe und Grundsätze a priori 195.
— läßt absolute Vollständigkeit in den Wissenschaften hoffen 196.
— als Lehre von Gott, Freiheit und Unsterblichkeit 202.
—, methodisch gebrauchte 265.
Milchstraße 19, 40f., 44, 47 Anm., 50, 107 Anm., 115f., 141.
—, Sterne der 45.
—, Tierkreis neuer Sterne 46.
Mittelpunkt, warum der, eines Sternensystems von einem flammenden Körper gebildet wird 134f.
— des Fixsternensystems 141.
— der Natur 143.
—, Trieb gegen den 34.
Modalität, Kategorien der 199, 310.
Möglichkeit (Kategorie) 310.
Moleculae 274.
Monade 238, 286.
Monadist 237.
Monadologie 242.
—, physische 261.
Mond 88, 90, 160.
~e, Ursprung der 85ff.
~e, Richtung und Flächen ihrer Bahn 88.
~e 179.

N.

Nachrichten, allgemeine, aus dem Reiche d. Wissenschaften 169.
Natur 133, 145ff., 152, 182.
—, Begriff der 190.
— in formaler und materialer Bedeutung 189.
—, Auswicklung der 13f.

Natur im Chaos 15.
—, allgemeines System der 121.
—, erste Regung der 154.
—, Entwicklung der großen Ordnung der 23.
— -Wirkung der höchsten Weisheit 162 ff.
—, die Naturen der Dinge machen ein System aus 182.
Naturalisten, Streit mit den 9.
Naturbeschreibung 190.
Naturerkenntnis, reine und angewandte 191.
Naturgeschichte 190.
Naturgesetze 196.
—, allgemeine 152, 162 f., 170 ff.
Naturkräfte 145.
Naturlehre — enthält nur soviel eigentliche Wissenschaft, als sie Mathematik enthält 192 f.
—, historische 190.
Naturphilosophie besteht in der Zurückführung gegebener Kräfte auf Grundkräfte 280.
—, mechanische 278 f.
—, dynamische 278 f.
Naturwissenschaft 190.
— (reiner Teil [physica generalis]) 196.
—, Prinzipien in der 230.
—, historische und rationale 190.
—, eigentliche und uneigentliche 190.
—, eigentliche, bedarf eines reinen Teils 191.
— setzt Metaphysik voraus 192.
Nebenplaneten 72, 91.
Negation, Kategorie der 264.
Neigung der Planetenkreise 68.
Nerven 173.
Newtonsche Anziehung 66 Anm., 102 Anm.
— Sätze 42.
— Weltwissenschaft 33.
—s Optik 253; siehe auch Newton.
Nordlichter 84 Anm., 85.
Notwendigkeit 190.
Notwendigkeit, Kategorie d. 310.
—, objektive, der reinen Verstandesbegriffe 200 Anm.

O.

Offenbarung 133.
Orion, Sternbild des 20 f. Anm.
—, Lichtschimmer im 49 Anm.
—, Schwert des 20 Anm.
Ort eines Körpers — ein Punkt 207.

P.

Phänomenologie 201, 305 ff., 312.
Phoronomie 201, 204 ff., 224, 296 Anm., 308.
— hat die Konstruktion der Bewegung als Größe und der Materie als des Beweglichen zum Gegenstand 214.
— betrachtet Bewegung nur als Beschreibung des Raumes 216 f.
—, reine Größenlehre der Bewegung 217.
—, phoronomischer Lehrsatz 225.
Physik 192.
—, mathematische 266.
Planeten, Achsen der, und ihre Stellung 94.
—, Achsenbewegung der 85 ff., 92.
—, Attraktion der 86 f. Anm.
—, Bildung der 66.
—, verschiedene Dichtigkeit der, i. Verhältnis ihrer Massen 68 ff.
—, Laufkreise der 36.
—, Massen der 24, 73 f., 66, 76.
—, Umläufe der 17, 67 Anm.
—, Ursache ihrer zirkelförmigen Bewegung und Beziehung auf eine Fläche 66 ff., 79, 85.
—, Exzentrizität der Planetenkreise 78 f.
—, ob die, bewohnt sind? 170 f.
—, die Bewohner der 165 ff., 175.
—, die Vollkommenheit ihrer Bewohner wächst mit der Entfernung von der Sonne 178.
—, ihr Tod und Verderben 180 f.

Planeten, Verwandtschaft der, mit den Kometen 52.
—, obere 180.
—, untere 71, 179f.
—, andere, über dem Saturn 51f.
—, der äußerste Planet 73.
Prolegomena 197 Anm.
Punkt, dynamischer 261.
—, physischer 208, 237.
Psychologie 172, 192.

Q.

Qualität 199, 264.

R.

Radius vector 34.
Raum: Form der äußeren sinnlichen Anschauung 205, 210, 240.
—, gehört nur zur Erscheinung äußerer Dinge 242.
—, absoluter 204, 206, 215f., 218f., 294f., 298, 311f.
—, absoluter, kein Objekt 206, eine Idee 311, die Idee eines Raumes zur Bestimmung des Verhältnisses gegeben. Räume 261.
—, reiner 308.
— als Eigenschaft der körperlichen Wesen 210.
—, leerer 58f., 227, 234, 248f., 265, 277ff.
—, leerer = existiert nicht 317f.
—, Wirkung durch den leeren 249f., 254.
—, erfüllter 280.
—, empirischer 205.
—, relativer 204f., 214f., 218f., 295, 311f.
∾es, Endlichkeit des 119, 121, 124, 126.
∾es, unendliche Teilbarkeit des 239.
Raumerfüllung 227f., 235f., 245, 266, 280.
—, gradweise 264.
—, mathematische 234.
Raumerfüllung, dynamische 234, 263f.
Raumesinhalt (Volumen), Definition 267.
Raupe, Erzeugung einer, aus Materie 18.
Realität, Kategorie der 264.
—, das Reelle 229 = das Solide 263f.
Regierung, oberste, und die Materie 9.
—, einer obersten Weisheit, und die Mechanik der Kräfte 11.
Reibung, Definition 269.
Relation 199.
Religion 9, 16, 146.
—, Schwierigkeiten in Ansehung der 7.
—, Übereinstimmung der, mit dem System Kants 8.
Richtung der Bewegung 209f., 215, 304.
Ruhe 224.
—, absolute 215.
—, allgemeine 61.
—, beharrliche Gegenwart am selben Ort 211, 213.

S.

Saturn (Planet) 33, 51ff., 72ff., 83, 86, 88, 91, 94ff., 157.
—, Äquator des 91, 97, 99.
—, Durchmesser des 100ff.
—, tägliche Umdrehung des 94ff.
—, Zeit seiner Achsendrehung, berechnet aus den Verhältnissen seines Ringes 99.
—, seine Monde 99, 107 Anm., 163.
—, seine Bewohner 177f.
—, der Saturnring 94f., 107 Anm., 112ff., 179f.
—, Ursprung des Ringes 94ff.
—, konzentrische Zirkelstreifen des Ringes 105ff.
Schein und Erscheinung 306.
Schicksal, blindes 145.
Schöpfung 142.

Schöpfung, Größe der 51.
—, ein System 120.
—, Mittelpunkt der 120f., 126.
—, nie vollendet 124.
—, die, in ihrer Unendlichkeit nach Raum und Zeit 114ff.
—, Ende der 118.
Schöpfungsgeschichte, Mosaische 21Anm., 111.
Schütze, Sternbild 20 Anm., 141.
Schwan, Sternbild 141.
Schweife und Dunstkugeln der Kometen 52.
Schwere, Definition 257.
Seele, ihr Verhältnis zum Leibe 172.
—, Naturbeschreibung der Seele, nicht Seelenwissenschaft 194.
Seelenlehre 189, 193.
—, empirische, nicht Naturwissenschaft 194.
Seelenwanderung 185f.
Selbständigkeit, Gesetz der 302.
Siebengestirn 45 Anm.
Sollizitation 302.
— der Anziehung 303f.
Solidität 229, 245, 263f.
Sirius 45.
—, Zentralkörper der Milchstraße 141.
Sonne 42, 71f., 91.
—, Anziehung der 42.
~natmosphäre, Elastizität d. 137.
—, Mittelpunkt der 64.
—, warum die Sonne spezifisch weniger dicht ist, als die Erde 135.
—, allgemeine Theorie und Geschichte der 134ff.
—, System der Sonnen 33, 116f.
~n des Firmaments 43f.
Sonnenfeuer, seine Vergänglichkeit 138.
Sonnenklumpen, Masse des Ss 73, 161.
Sonnensystem, Erzeugung des S.s 62.
Sonnenwelt, unsere 51.
Sphäroid, Newtonsches. Abplattung des Newtonschen Sphäroides 101f.
spröde, Definition 269.
starr, Definition 269.
~e Materien 272f.
Stellen, lichte, am Himmel 20 Anm.
Sterne, neblichte 20, 48, 49, 50.
—, Hypothese der Beschaffenheit neblichter 24.
Stetigkeit, Gesetz der 291.
—, mechanisches Gesetz der 304.
—, metaphysisches Gesetz der 304.
—, Gesetz der, im Abfluß innerer Veränderungen 194.
Stoß, Antrieb durch den 253.
Subjekt, letztes, im Raume 288.
Substanz 229, 246.
—, Kategorie der 302.
—, Materie als 291.
— und Akzidens 199 Anm.
—, Beharrung der 289f.
—, letztes Subjekt der Existenz 236.
—, materielle 235.
—, Quantität der 288f., 297 Anm.
— der Seele 290.
~en, Unendlichkeit von 124.
Sünde und Tugend: ob Sünde und Tugend auch auf andern Weltkörpern herrschen 184.
System, wahres 58.
~e, kleine 34.

T.

Teilbarkeit, mathematische 237.
—, physische 235.
—, unendliche 239, 275.
— —, der Materie 241.
— —, des Raumes 239.
—, vollendete unendliche Teilung 275.
Tierkreis 44, 116.

Trabanten 33.
—, ihre Entstehung 88.
Trägheit, Gesetz der (vis inertiae) 292f., 302, 304.
—, Gesetz der, und das Gesetz der Wirkung und Gegenwirkung 292f.
Trägheitskraft (lex inertiae) 299, 301.
— muß aus der Naturwissenschaft weggeschaft werden 301f.
Transfusion 299 Anm.
Transfusionisten 299 Anm.
Trennung 235.
—, Definition 269.

U.

Umlaufsbewegungen 148.
Umlaufszeiten der Planeten 34.
—, Gesetz der 320.
Unbedingte, das 320.
Undurchdringlichkeit 235, 248, 266.
—, absolute 234f., relative 234f.
— der Materie 233, 243ff.
—, absolute, = eine qualitas occulta 235.
— = zurücktreibende Kraft 243f., 264.
Unendlichkeit, Begriff der 118 Anm.
—, das Unendliche als Größe 170.
Unermeßlichkeit, Abgrund einer wahren 50.
Universum, Umfang des Universums 130.
—, das, ein System 120.
Unteilbarkeit, physische 277.
Ursache, äußere 292.
—, erste 15.
—, materialische 58.
—, mechanische 17.
—, natürliche 154
Ursprung, mechanischer, der Planetenbewegungen 148.
Urteil: Definition des Urteils 199 Anm.
Urteil, alternatives 307, 312 Anm.
—, disjunktives 307, 309, 312 Anm.
—, distributives 312 Anm.
—, kategorisches 198 Anm.
Urteilskraft 173.
Urwesen 13.

V.

Vacuum coacervatum 318.
— disseminatum 318.
— mundanum 317.
— extramundanum 318.
Venus, Planet 33, 51, 72, 75, 84, 93, 160f.
—, Bewohner der 175, 177.
Veränderung, Begriff einer, überhaupt als Größe 304.
Verfassung, systematische, des Weltbaues 36, der Fixsterne 39f.
Vernunft, der spekulative Gebrauch der, reicht nur auf Gegenstände möglicher Erfahrung 198f. Anm.
Verschiebung, Definition 269.
Verstand, göttlicher 118 Anm.; Idee eines göttlichen Verstandes 182; höchster 15, 145f.; unendlicher 147; — Verstand und die Übereinstimmung und Schönheit in den Zwecken 12.
—, weiser 162.
Vielheit, Kategorie der 226.
Vollkommenheit 145; Urquelle der 132, 142.
Volumen 267, 280; Volumen u. Gestalt 245.
Vorsorge: Probe einer gütigen Vorsorge 10.

W.

Wärme 263.
Wechselwirkung 292, 293f., 302.
—, Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung 252, 298f.
—, dynamisches Gesetz der

Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung 298f.
—, mechanisches Gesetz der Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung 298 f.
Weisheit, höchste 118 Anm., 144, 162f.
—, unendliche Macht der höchsten 144.
Weltbau, planetischer 33; Ursprung des planetischen Weltbaues 55ff.; mechanische Erzeugung des Weltbaues 14; wahre Verfassung der Weltbaues 16, 22; allmählicher Verfall und Untergang des Weltbaues 130f.
Welten, Entstehung neuer Welten 131.
—, Bildung neuer, und Untergang der alten 24.
—, Unendliche Menge der 50.
Weltgebäude: Untergang eines Weltgebäudes 128.
Welthistorie, allgemeine 15.
Weltkörper: Bildung eines Weltkörpers nach mechanischen Gesetzen 15.
Weltordnungen, höhere 49, 50.
Weltsystem 12.
—, mechanische Erzeugung des Weltsystems 24, 161.
Wesen, Definition 189 Anm.
—, höchstes 13, 142, 146, 186; großes 98; unendliches 133; unendliche Macht des unendlichen Wesens 118; Wesen aller Wesen 147.
—, geistige, und ihre Abhängigkeit von der Materie 183; vernünftige Wesen 168.
Widerspruch, Satz des W.s 229.
Wille 292; höchster 151.
Winkelentfernung d. Fixsterne 91.
Wirbel der Atome 14.
Wirklichkeit, Kategorie der 310.
Wirkung und Gegenwirkung 292f., 298f.; Gesetz der Gegenwirkung der Materien 302.
Wissenschaft, rationale 190.
— und Wissen 190.

Z.

Zeit, Relativität der 179 = innere Anschauung 194.
—, Unendlichkeit der 124.
Zentralbewegung, Gesetze der 64.
Zentralfeuer 175.
Zentralkörper 35, 49 Anm., 136, 140f., 158; gemeinschaftl. 36; allgemeiner 121; des Universums 142; Klumpen des Zentralkörpers 63; Bildung des Zentralkörpers 62, 72f.
Zentralkraft 35f., 67, 73, 80; siehe auch Kraft.
Zentrifugalkraft 43, 62; siehe auch Kraft.
Zentripetalkraft 34; siehe a. Kraft.
Zirkel, parallel laufende 63.
Zirkelbewegung, freie 63, 65; der Partikeln 79.
Zirkelgeschwindigkeit 67.
Zodiakallicht 112ff., 138.
Zodiakus 82, 116.
Zone, erleuchtete 41, 43f.
Zufall 12, 14, 144, 162.
—, blinder 277.
Zurückstoßung der Teilchen 14.
Zurückstoßungskraft 12, 23, 61, 115, 230, 246, 249, 260f., 263f.; siehe auch „Kraft".
Zusammendrückung 318.
Zusammendrückbarkeit der Materie 233.
Zusammenhang, Definition 268.
—, gewöhnliche Gesetze des Zusammenhangs 66 Anm.
— gehört nicht zur Möglichkeit der Materie 257.
Zustand, einfachster 59.
—, erster, der Natur 13, 55.
— kleinster Wechselwirkung 63.
Zwischenräume, leere 264, 266.

Philosophische Bibliothek
Band 49.

Immanuel Kants
kleinere Schriften
zur Naturphilosophie.

2. Auflage.

Neu herausgegeben sowie mit einem Personen- und Sachregister versehen

von

Dr. Otto Buek.

Zweite Abteilung.

Leipzig.
Verlag der Dürr'schen Buchhandlung.
1907.

Druck von C. Grumbach in Leipzig.

Vorrede des Herausgebers.

Die im vorliegenden Bande vereinigten Schriften bilden die zweite Abteilung von Kants naturphilosophischen Abhandlungen, deren erste die beiden Hauptwerke dieser Schriftengattung, die vorkritische Naturgeschichte und Theorie des Himmels und die der kritischen Periode entstammenden Metaphysischen Anfangsgründe der Naturwissenschaft enthält. Die unter den Gesamttitel der Schriften zur Naturphilosophie gehörenden Aufsätze sind jedoch mit diesen beiden Bänden noch nicht vollzählig gegeben, und es mußte aus rein äußeren Gründen von einer nach lediglich sachlichen Gesichtspunkten orientierten Zusammenfassung abgesehen werden. Die stückweise Erneuerung der alten Kirchmannschen Ausgabe legte mir bei der Herausgabe und kritischen Durchsicht des Textes Einschränkungen auf, die eine streng sachgemäße Anordnung der Kantischen Werke nicht zuließen. Ich muß mich daher kurz darauf beschränken, auf die hier fehlenden, aber dem Zusammenhang nach in diesen Band gehörigen Schriften zu verweisen, die an diesem Orte nicht an die ihnen zukommende Stelle eingereiht werden konnten, weil sie bereits in einem anderen Bande unserer Ausgabe ihren Platz gefunden haben. Es sind dies die Abhandlungen:

1. Versuch über die Krankheiten des Kopfes aus dem Jahre 1764.
2. Von den verschiedenen Racen der Menschen 1775.
3. Bestimmung des Begriffs einer Menschenrace 1785.
4. Ueber den Gebrauch teleologischer Principien in der Philosophie 1788.
5. Zu Sömmering über das Organ der Seele 1796.

Sämtliche 5 angeführten Schriften befinden sich in dem 50. Bande der vorliegenden Ausgabe.

Die damit an den Herausgeber gestellte Aufgabe mußte sich also ausschließlich auf die Bearbeitung und Fixierung eines guten und von Fehlern gereinigten Textes beschränken. Die Prinzipien, nach denen ich dabei verfahren bin, bestanden im wesentlichen in folgenden Grundsätzen. Ich bin bei allen Schriften (bis auf eine einzige, die mir im Original nicht zugänglich war: Entwurf und Ankündigung eines Collegii der physischen Geographie 1757) auf die Erstdrucke zurückgegangen und habe überall den Urtext der Kantischen Aufsätze zugrunde gelegt. Weder ist Kants Stil zu archaistisch, um das Verständnis seiner Sprache merklich zu erschweren, noch halte ich es für einen Nachteil, daß uns eine chronologisch geordnete Schriftenfolge zugleich einen Einblick in das Werden und Wachsen der Kantischen Schreibart gewährt. Nur in vereinzelten Fällen, wo der altertümliche Ausdruck die Auffassung des Satzgefüges behinderte und dessen Klarheit beeinträchtigte, glaubte ich durch eine diskrete Modernisierung von meinem Grundsatze abweichen zu dürfen. Es kam mir vor allem darauf an, den Text von sinnstörenden Druckfehlern zu reinigen und die Durchsichtigkeit des grammatischen Zusammenhangs nach Möglichkeit zu erhöhen. Ich brauche wohl nicht daran zu erinnern, daß ich mich dabei aller mir zu Gebote stehenden Hilfsmittel in weitestem Maße bedient habe, d. h. also alle vorhandenen Ausgaben, Tieftrunk, Nicolovius, Rosenkranz, Hartenstein, besonders aber die Akademieausgabe überall in Vergleichung gezogen und berücksichtigt habe.

In der Orthographie und Interpunktion glaubte ich dafür um so freier verfahren zu dürfen, einerseits weil sich Kant selbst um diese nur wenig gekümmert und wenig Wert auf sie gelegt zu haben scheint, anderseits weil er dafür nicht einmal verantwortlich gemacht werden kann, sondern in erster Linie sein Setzer. Hier durfte also mit Recht und unbedenklich die Forderung der Klarheit und Lesbarkeit vorangestellt werden.

Außer den in deutscher Sprache abgefaßten Schriften Kants enthält der vorliegende Band noch

zwei Abhandlungen, die für unsere Ausgabe aus dem lateinischen Urtext ins Deutsche übertragen werden mußten. Es sind dies die zwei Dissertationen: De Igne (Über das Feuer) 1755 und die Monadologia Physica (Physische Monadologie) vom Jahre 1756. Die vorhandene Kirchmannsche Übersetzung konnte jedoch in der Form, wie sie in der ersten Auflage dieses Bandes vorlag, kaum verwendet werden. Schon wegen ihrer sachlichen Unzuverlässigkeit war daher eine pünktliche Vergleichung und Nachprüfung an der Hand des lateinischen Originals und eine gründliche Umarbeitung dringend notwendig.

Auch diesem Teile ist ein ausführliches Personen- und Sachregister beigegeben. Von erklärenden Anmerkungen glaubte ich um so eher absehen zu dürfen, als ich dem ersten Teile der naturphilosophischen Schriften bei seiner Erneuerung eine ausführlichere sachliche Einleitung voranzuschicken beabsichtigte.

Eine Angabe der korrespondierenden Seitenzahlen der existierenden Kantausgaben, die noch in Gebrauch sind, erschien mir als überflüssig, da die entsprechenden Aufsätze und Stellen ohne Schwierigkeit aufgefunden werden können. Ich beschränke mich daher auf die Registrierung der Originaldrucke, nach denen die Ausgabe bearbeitet worden ist.

1. Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte. Königsberg, gedruckt bei Martin Eberhardt Dorn 1746. Vorrede und Widmung ist unpaginiert, Text Seite 3—240.

2. Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Axe eine Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprungs erlitten habe usw.
   Erschienen in: Wöchentliche Königsbergische Frag und Anzeigungs-Nachrichten Anno 1754
   No. 23 (8. Juni 1754) und
   No. 24 (15. Juni 1754).

3. Die Frage: Ob die Erde veralte? Physikalisch erwogen. Wöchentliche Königsbergische Frag und Anzeigungs-Nachrichten Anno 1754
   No. 32 (10. August 1754), No. 33 (17. August 1754),
   No. 34 (24. August 1754), No. 35 (31. August 1754),
   No. 36 (7. Sept. 1754), No. 37 (14. Sept. 1754).

4. Meditationum quarundam de igne succincta delineatio. Zum ersten Male abgedruckt von Schubert in der Ausgabe von Rosenkranz-Schubert Bd. 5, S. 233—254.

5. Von den Ursachen der Erderschütterungen, bei Gelegenheit des Unglücks, welches die westlichen Länder von Europa gegen das Ende des vorigen Jahres betroffen hat.
Königsberger Nachrichten (genauer Titel bei 2) Anno 1756.
No. 4 (24. Januar 1756),
No. 5 (31. Januar 1756).

6. Geschichte und Naturbeschreibung der merkwürdigsten Vorfälle des Erdbebens, welches an dem Ende des 1755sten Jahres einen großen Theil der Erde erschüttert hat, von M. Immanuel Kant.
Königsberg, bei Hartung 1756. Seite 3—40.

7. M. Immanuel Kants
Fortgesetzte Betrachtungen der seit einiger Zeit wahrgenommenen Erderschütterungen.
Königsberger Nachrichten
Anno 1756
No. 15 (10. April 1756),
No. 16 (17. April 1756).

8. Metaphysicae cum Geometria junctae
Usus in Philosophia Naturali
Specimen I
Continet
Monadologiam Physicam
Quam etc.
Die X Aprilis Horis VIII—XII
Defendet
M. Immanuel Kant
etc.
Regiomonti (bei Hartung 1756), Seite 3—16.

9. M. Immanuel Kants
Neue
Anmerkungen zur Erläuterung der Theorie der Winde
wodurch er zugleich zu seinen Vorlesungen einladet.
Königsberg, den 25. April 1756.
Driest.
Unpaginiert.

10. Entwurf und Ankündigung eines Collegii der physischen Geographie nebst dem Anhange einer kurzen Betrachtung über die Frage: ob die Westwinde in unseren Gegenden darum feucht sein, weil sie über ein großes Meer streichen.

Königsberg, bei J. Fr. Driest 1757. Ein Originaldruck befindet sich im Paulus-Museum zu Worms, war mir aber leider nicht zugänglich. Der Text geht auf die Ausgabe des Nicolovius zurück (Sammlung einiger bisher unbekannt gebliebener Schriften von Immanuel Kant, zweite, sehr vermehrte Auflage 1807, Seite 336—350), die den ersten, aber unvollständigen Neudruck brachte. Ich habe daher alles Fehlende nach der Akademieausgabe (Bd. 2, S. 1—12) nachgetragen und ergänzt.

11. M. Immanuel Kants Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe und der damit verknüpften Folgerungen in den ersten Gründen der Naturwissenschaft, wodurch zugleich seine Vorlesungen in diesem halben Jahre angekündigt werden.

Den 1ten April 1758.

Königsberg, gedr. bei Joh. Friedr. Driest, S. 1 ff. (im Text ohne Bezeichnung der Seitenzahlen).

12. Recension der Schrift von Moscati von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Structur der Thiere und Menschen.

Königsberger Gelehrte und Politische Zeitungen auf das Jahr 1771. 67tes Stück.

Freytag den 23. August 1717.

S. 265—66 (anonym).

13. Über die Vulkane im Monde.
Berlinische Monatsschrift, Fünfter Band,
1785, Drittes Stück, März, S. 199—213.

14. Etwas über den Einfluß des Mondes auf die Witterung.
Berlinische Monatsschrift Dreiundzwanzigster Band,
1794, Mai, Seite 392—407.

Steglitz, den 1. Dezember 1906.

Otto Buek.

Textveränderungen.

Die wesentlichsten Varianten sind schon im Text selbst verzeichnet. Wo ich im Zweifel war, habe ich die ursprüngliche Fassung in eckiger Klammer neben die von mir gewählte gestellt. Die lateinischen Citate sind überall mit der Akademieausgabe in Einklang gebracht, wo diese den Text der citierten Autoren (Leibniz, Bernoulli, Wolff) wieder hergestellt hat. Im übrigen habe ich alle Textänderungen dieser Ausgabe, sofern sie mir als wirkliche Verbesserungen erschienen, übernommen. Ich lasse nun Stellen folgen, wo ich vom ursprünglichen Text abgewichen bin. Hierbei bezeichnen die großen Ziffern die Seitenzahl, die kleinen die von oben gerechnete Zeilenzahl unserer Ausgabe; die erste Colonne enthält die von mir aufgenommenen Varianten — die zweite die Fassung der Erstdrucke.

30 [19] werde, da hingegen. — werde. Da.
30 [34] ich; Zusatz — fehlt.
52 [14] stärker — weniger.
54 [8] sich wie — sich gleichfalls wie.
61 [5] BE — Bc.
97 [10] ba — bA.
97 [24] FE — FC.
100 [14] Sinui — sinu.
119 [34] ihre — seine.
119 [35] sie — er.
119 [37] sie — er, sie — er.
120 [23] in 3A — 3A.
120 [25] Körper B, — Körper 3B.
120 [26] Kugel A — Kugel 3A.
121 [2] Kugel A — Kugel 4A.
121 [4] ihren — seinen.
121 [10] ihre — seine.
122 [5] 4A — 3A.
122 [8] derselbe — dieselbe.
123 [4] in 3A — 3A.
123 [39] Körper in 3B — 3B.
123 [39] Körper in 3A — 3A.
124 [2] aus 3A — 3A.
124 [23] in 1B — 1B.
124 [25] 2Ba — 3Ba.
124 [29] in 3A — 3A.
124 [33.34] der Körper in — 3A.
125 [1] in 3B — 3B.
126 [18] Quae — Quo.
129 [30] totalium — dotalium.

129 32 illis — iis.
129 32 quae — quo.
130 33 B — 1B.
130 37 niederzudrücken — wieder zudrücken.
131 20 1A — A.
135 31 verzehret — versehret.
138 11 sese habet — se habeat.
138 11 massae — idem — massae diversae et tempus idem, sive massae sint eadem et tempus diversum.
143 25 BC — Bc.
146 15 B sit — B.
146 36 denselben — demselben.
156 28 LlC — LEC.
157 6 GgI — Ggi.
157 12 GgI — Ggi.
157 13 EeG — Eeg.
159 29 videt — videmus.
172 27 sich — fehlt.
175 32.33 das Quadrat — dem Quadrate.
179 7 dependet — dependit.
180 38 den — der.
181 36 dV — dv.
181 37 gMudt — gMdt.
187 8 welchen — welche.
188 20 sie — er.
188 28 ihren — seinen.
188 30 ihr — ihm.
189 29.30 einer nach dem andern — eine nach der andern.
196 2 es — er.
196 21 das — der.
196 23 dieses — dieser.
196 28 ihre — seine.
196 30 ihrer — seiner.
196 36 annehmen daß die — annehmen die.
197 4 § 138 — § 38.
201 39 § 143, 144, 145 — 43, 44, 45.
215 10 mußte — mußten.
221 34 Puncten — Zusatz A.
223 8 $1/124$ — $1/224$.
224 1 $5/2$ — $5\,1/2$.
224 11 $1/8$ — 8.
232 31.32 er fortfährt — sie fortfahren.
232 33 entfernt — entfernen.
232 34 überliefert — überliefern.
237 10 er zu — zu.
244 4 Da — da.
245 31 ihn — es.

249 12 welche — welches.
280 39 nach — und.
281 7 seiner — ihrer.
288 14 die — das.
296 22 andere — anderer.
303 36 diese — und diese.
306 7 Hertford — Hetford.
314 8 wegen — und also wegen.
314 10 Erderschütterungen — Erderschütterung.
322 24 würden — würde.
322 24 dieser — diese.
323 4 einen kräftigen — ein kräftiger.
332 13 bis zur — bisher.
336 33 Erdbeben — fehlt.
338 27 worden — wird.
366 30 nöthigt — nöthigte.
376 22 Nordwestwind — Nordostwind.
378 37 eröffne — eröffnen.
398 22 Gegenständen — Gegenstunden.
399 15 einer — einen.
405 37 der — den.
414 26 in den — den.
423 23 der — die.
434 29 blieben — bleiben.
437 14 auf die — auf.

Inhaltsangabe.

Seite

Vorrede des Herausgebers III
Textveränderungen VIII

III. Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte und Beurtheilung der Beweise, derer sich Herr von Leibniz und andere Mechaniker in dieser Streitsache bedienet haben, nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen, welche die Kraft der Körper überhaupt betreffen. 1747 1
Widmung 3
Vorrede 5
Erstes Hauptstück. Von der Kraft der Körper überhaupt 16
Zweites Hauptstück. Untersuchung der Lehrsätze der Leibnizischen Partei von den lebendigen Kräften 34
Drittes Hauptstück, welches eine neue Schätzung der lebendigen Kräfte als das wahre Kräftenmaß der Natur darleget . 165

IV. Untersuchung der Frage, ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringet, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe, welches die Ursache davon sei und woraus man sich ihrer versichern könne. 1754 217

V. Die Frage, ob die Erde veralte, physikalisch erwogen. 1754 227

VI. Kurzgefaßte Darstellung einiger Betrachtungen über das Feuer. Doctor-Dissertation. 1755 . . 251

VII. Von den Ursachen der Erderschütterungen bei Gelegenheit des Unglücks, welches die westliche Länder von Europa gegen Ende des vorigen Jahres betroffen hat. 1756 277

Seite

VIII. Geschichte und Naturbeschreibung der merkwürdigsten Vorfälle des Erdbebens, welches an dem Ende des 1755sten Jahres einen großen Theil der Erde erschüttert hat. 1756 289

IX. Fortgesetzte Betrachtung der seit einiger Zeit wahrgenommenen Erderschütterungen. 1756 . 329

X. Ueber die Vereinigung von Metaphysik und Geometrie in ihrer Anwendung auf die Naturphilosophie, wovon die erste Probe die physische Monadologie bildet. Dissertation. 1756 . . . 341

Widmung 342

Vorwort 343

Der physischen Monadologie erster Abschnitt, worin gezeigt wird, daß das Dasein physischer Monaden sich mit der Geometrie verträgt 345

Zweiter Abschnitt, in welchem die allgemeinsten Zustände der physischen Monaden erläutert werden, je nachdem diese in den einzelnen verschieden sind und damit die Natur der Körper erkennbar machen 355

XI. Neue Anmerkungen zur Erläuterung der Theorie der Winde. 1756 363

XII. Entwurf und Ankündigung eines Collegii der physischen Geographie nebst dem Anhange einer kurzen Betrachtung über die Frage: Ob die Westwinde in unseren Gegenden darum feucht seien, weil sie über ein großes Meer streichen. 1757 381

XIII. Neuer Lehrbegriff der Bewegung und Ruhe und der damit verknüpften Folgerungen in den ersten Gründen der Naturwissenschaft. 1758 395

XIV. Recension der Schrift von Moscati von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Structur der Thiere und Menschen. 1771 411

XV. Ueber die Vulcane im Monde. 1785 417

XVI. Etwas über den Einfluß des Mondes auf die Witterung. 1794 429

Personenregister 440

Sachregister 446

III.

Gedanken
von der wahren Schätzung der lebendigen Kräfte

und

Beurtheilung der Beweise,

derer sich

Herr von Leibniz und andere Mechaniker

in dieser Streitsache

bedienet haben,

nebst einigen vorhergehenden Betrachtungen,

welche

die Kraft der Körper überhaupt

betreffen,

durch

Immanuel Kant.

1747.

Dem Hochedelgebornen, Hochgelahrten und Hocherfahrnen Herrn,

Herrn Johann Christoph Bohlius,

der Medicin Doctorn und zweiten ordentlichen Professorn auf der Akademie zu Königsberg, wie auch Königlichen Leibmedico,

meinem insonders Hochzuehrenden Gönner.

Hochedelgeborner Herr,

Hochgelahrter und Hocherfahrner Herr Doctor,

Insonders Hochzuehrender Gönner!

An wen kann ich mich besser wenden, als an Ew. Hochedelgebornen, um von einer so schlechten Sache, als gegenwärtige Schrift ist, allen Vortheil zu ziehen? Nach dem besondern Merkmale der Gütigkeit, welches Dieselben mir erzeiget haben, wage ich es zu hoffen, daß diese Freiheit von Ew. Hochedelgebornen auch als ein Beweisthum meiner Dankbarkeit werde aufgenommen werden. Die Beschaffenheit dieses Werkchens hat nichts an sich, worauf ich in Ansehung dessen einige Zuversicht bauen könnte; denn die Ehre, seine Abhandlung mit Dero Namen auszuzieren, ist es nicht, woraus man Ew. Hochedelgebornen ein Geschenk machen könnte. Eine Menge unvollkommener Gedanken, die vielleicht an sich unrichtig sind, oder doch durch die Niedrigkeit ihres Verfassers allen Werth verlieren, die mich endlich hinlänglich überzeugen, daß sie nicht würdig sind, Denselben gewidmet zu werden, das ist alles, was ich in meiner Macht habe, um es Ew. Hochedelgebornen zu überreichen. Ich mache

mir diesem ungeachtet vermittelst des vollkommenen Begriffes, den ich von Dero Gütigkeit gefasset habe, die Hoffnung, daß selbige mir den Dienst leisten werden, den ich am meisten hochschätze, nämlich Ew. Hochedelgebornen meine Erkenntlichkeit gegen Dieselbe zu erkennen zu geben. Ich werde hinfüro mehr wie eine Gelegenheit haben, mich an die Verbindlichkeit zu erinnern, womit ich Ihnen verpflichtet bin; allein die gegenwärtige wird mit eine von den besten sein, womit ich öffentlich bekenne, daß ich mit immerwährender Hochachtung verharre,

Hochedelgeborner Herr,
Hochgelahrter und Hocherfahrner Herr Doctor,
Insonders Hochzuehrender Gönner,

Ew. Hochedelgebornen

Königsberg,
den 22. April 1747.

verpflichtetester Diener
Immanuel Kant.

Vorrede.

Nihil magis praestandum est, quam ne pecorum ritu sequamur antecedentium gregem, pergentes, non qua eundum est, sed qua itur.
Seneca de vita beata. Cap. 1.

I.

Ich glaube, ich habe Ursache, von dem Urtheile der Welt, dem ich diese Blätter überliefere, eine so gute Meinung zu fassen, daß diejenige Freiheit, die ich mir heraushehme, großen Männern zu widersprechen, mir vor kein Verbrechen werde ausgelegt werden. Es war eine Zeit, da man bei einem solchen Unterfangen viel zu befürchten hatte, allein ich bilde mir ein, diese Zeit sei nunmehro vorbei, und der menschliche Verstand habe sich schon der Fesseln glücklich entschlagen, die ihm Unwissenheit und Bewunderung ehemals angelegt hatten. Nunmehro kann man es kühnlich wagen, das Ansehen derer Newtons und Leibnize vor nichts zu achten, wenn es sich der Entdeckung der Wahrheit entgegen setzen sollte, und keinen andern Überredungen als dem Zuge des Verstandes zu gehorchen.

II.

Wenn ich es unternehme die Gedanken eines Herrn von Leibniz, Wolffen, Hermanns, Bernoulli, Bülfingers und anderer zu verwerfen und den meinigen den Vorzug einzuräumen, so wollte ich auch nicht gerne schlechtere Richter als dieselbe haben, denn ich weiß, ihr Urtheil, wenn es meine Meinungen verwürfe, würde die Absicht derselben doch nicht verdammen. Man kann diesen Männern kein vortrefflicher Lob geben, als daß man alle Meinungen, ohne

ihre eigene davon auszunehmen, vor ihnen ungescheut tadeln dürfe. Eine Mäßigung von dieser Art war, obzwar bei einer andern Gelegenheit, einem großen Manne des Alterthums sehr ruhmwürdig. Timoleon wurde ohngeachtet der Verdienste, die er um die Freiheit von Syrakus hatte, einsmals vor Gericht gefordert. Die Richter entrüsteten sich über die Vermessenheit seiner Ankläger. Allein Timoleon betrachtete diesen Zufall ganz anders. Ein solches Unternehmen konnte einem Manne nicht mißfallen, der sein ganzes Vergnügen darin setzte, sein Vaterland in der vollkommensten Freiheit zu sehen. Er beschützte diejenige, die sich ihrer Freiheit sogar wider ihn selber bedieneten. Das ganze Alterthum hat dieses Verfahren mit Lobsprüchen begleitet.

Nach so großen Bemühungen, die sich die größesten Männer um die Freiheit des menschlichen Verstandes gegeben haben, sollte man da wohl Ursache haben zu befürchten, daß ihnen der Erfolg derselben mißfallen werde?

III.

Ich werde mich dieser Mäßigung und Billigkeit zu meinem Vortheil bedienen. Allein ich werde sie nur da antreffen, wo sich das Merkmal des Verdienstes und einer vorzüglichen Wissenschaft hervorthut. Es ist außer diesem noch ein großer Haufe übrig, über den das Vorurtheil und das Ansehen großer Leute annoch eine grausame Herrschaft führet. Diese Herren, die gerne vor Schiedsrichter in der Gelehrsamkeit angesehen sein wollten, scheinen sehr geschickt zu sein, von einem Buche zu urtheilen, ohne es gelesen zu haben. Um es dem Tadel preis zu geben, darf man ihnen nur den Titel desselben zeigen. Wenn der Verfasser unbekannt, ohne Charakter und Verdienste ist, so ist das Buch nicht werth, daß die Zeit damit verdorben werde; noch mehr aber, wenn er sich großer Dinge unternimmt, berühmte Männer zu tadeln, Wissenschaften zu verbessern und seine eigene Gedanken der Welt anzupreisen. Wenn es vor dem Richterstuhle der Wissenschaften auf die Anzahl ankäme, so würde ich eine sehr verzweifelte Sache

haben. Allein diese Gefahr macht mich nicht unruhig. Dies sind diejenige, die, wie man sagt, nur unten am Parnaß wohnen, die kein Eigenthum besitzen und keine Stimme in der Wahl haben.

IV.

Das Vorurtheil ist recht vor den Menschen gemacht, es thut der Bequemlichkeit und der Eigenliebe Vorschub, zweien Eigenschaften, die man nicht ohne die Menschheit ableget. Derjenige, der von Vorurtheilen eingenommen, erhebet gewisse Männer, die es umsonst sein würde, zu verkleinern und zu sich herunterzulassen, über alle andere zu einer unersteiglichen Höhe. Dieser Vorzug bedecket alles übrige mit dem Scheine einer vollkommenen Gleichheit und läßt ihn den Unterscheid nicht gewahr werden, der unter diesen annoch herrschet, und der ihn sonst der verdrießlichen Beobachtung aussetzen würde, zu sehen, wie vielfach man noch von denenjenigen übertroffen werde, die noch innerhalb der Mittelmäßigkeit befindlich sind.

So lange also die Eitelkeit der menschlichen Gemüther noch mächtig sein wird, so lange wird sich das Vorurtheil auch erhalten, d. i. es wird niemals aufhören.

V.

Ich werde in dem Verfolg dieser Abhandlung kein Bedenken tragen, den Satz eines noch so berühmten Mannes freimüthig zu verwerfen, wenn er sich meinem Verstande als falsch darstellet. Diese Freiheit wird mir sehr verhaßte Folgen zuziehen. Die Welt ist sehr geneigt zu glauben: daß derjenige, der in einem oder dem andern Falle eine richtigere Erkenntniß zu haben glaubt, als etwa ein großer Gelehrter, sich auch in seiner Einbildung gar über ihn setze. Ich unterstehe mich zu sagen, daß dieser Schein sehr betrüglich sei, und daß er hier wirklich betrüge.

Es befindet sich in der Vollkommenheit des menschlichen Verstandes keine solche Proportion und Ähnlichkeit, als etwa in dem Baue des menschlichen Körpers. Bei diesem ist es zwar möglich, aus der

Größe eines und des andern Gliedes einen Schluß auf die Größe des Ganzen zu machen; allein bei der Fähigkeit des Verstandes ist es ganz anders. Die Wissenschaft ist ein unregelmäßiger Körper, ohne Ebenmaß und Gleichförmigkeit. Ein Gelehrter von Zwerggröße übertrifft öfters an diesem oder jenem Theile der Erkenntniß einen andern, der mit dem ganzen Umfange seiner Wissenschaft dennoch weit über ihn hervorraget. Die Eitelkeit des Menschen erstrecket sich allem Ansehen nach nicht so weit, daß sie diesen Unterscheid nicht sollte gewahr werden und die Einsicht einer und der andern Wahrheit mit dem weiten Inbegriffe einer vorzüglichen Erkenntniß vor einerlei halten sollte; zum wenigsten weiß ich, daß man mir Unrecht thun würde, wenn man mir diesen Vorwurf machte.

VI.

Die Welt ist so ungereimt nicht, zu denken, ein Gelehrter von Range sei der Gefahr zu irren gar nicht mehr unterworfen. Allein daß ein niedriger und unbekannter Schriftsteller diese Irrthümer vermieden habe, aus denen einen großen Mann alle seine Scharfsinnigkeit nicht hat retten können, das ist die Schwierigkeit, die so leicht nicht zu verdauen ist. Es stecket viel Vermessenheit in diesen Worten: Die Wahrheit, um die sich die größesten Meister der menschlichen Erkenntniß vergeblich beworben haben, hat sich meinem Verstande zuerst dargestellet. Ich wage es nicht diesen Gedanken zu rechtfertigen, allein ich wollte ihm auch nicht gerne absagen.

VII.

Ich stehe in der Einbildung, es sei zuweilen nicht unnütze, ein gewisses edles Vertrauen in seine eigene Kräfte zu setzen. Eine Zuversicht von der Art belebet alle unsere Bemühungen und ertheilet ihnen einen gewissen Schwung, der der Untersuchung der Wahrheit sehr beförderlich ist. Wenn man in der Verfassung stehet, sich überreden zu können, daß man seiner Betrachtung noch etwas zutrauen dürfe, und daß es

möglich sei, einen Herrn von Leibniz auf Fehlern zu ertappen, so wendet man alles an, seine Vermuthung wahr zu machen. Nachdem man sich nun tausendmal bei einem Unterfangen verirret hat, so wird der Gewinnst, der hiedurch der Erkenntniß der Wahrheiten zugewachsen ist, dennoch viel erheblicher sein, als wenn man nur immer die Heeresstraße gehalten hatte.

Hierauf gründe ich mich. Ich habe mir die Bahn schon vorgezeichnet, die ich halten will. Ich werde meinen Lauf antreten, und nichts soll mich hindern, ihn fortzusetzen.

VIII.

Es ist noch ein neuer Einwand, den man mir machen wird, und dem ich, wie es scheinet, zuvor kommen muß. Man wird mich zuweilen in dem Tone eines Menschen hören, der von der Richtigkeit seiner Sätze sehr wohl versichert ist, und der nicht befürchtet, daß ihm werde widerspochen werden, oder daß ihn seine Schlüsse betrügen können. Ich bin so eitel nicht, mir dieses in der That einzubilden, ich habe auch nicht Ursache, meinen Sätzen den Schein eines Irrthums so sorgfältig zu benehmen; denn nach so viel Fehltritten, denen der menschliche Verstand zu allen Zeiten unterworfen gewesen, ist es keine Schande mehr, geirret zu haben. Es steckt eine ganz andere Absicht unter meinem Verfahren. Der Leser dieser Blätter ist ohne Zweifel schon durch die Lehrsätze, die itzo von den lebendigen Kräften im Schwange gehen, vorbereitet, ehe er sich zu meiner Abhandlung wendet. Er weiß es, was man gedacht hat, ehe Leibniz seine Kräftenschätzung der Welt ankündigte, und der Gedanke dieses Mannes muß ihm auch schon bekannt sein. Er hat sich ohnfehlbar durch die Schlüsse einer von beiden Parteien gewinnen lassen, und allem Absehen nach ist dieses die Leibnizische Partei, denn ganz Deutschland hat sich itzo zu derselben bekannt. In dieser Verfassung lieset er diese Blätter. Die Vertheidigungen der lebendigen Kräfte haben unter der Gestalt geometrischer Beweise seine ganze Seele eingenommen.

Er siehet meine Gedanken also nur als Zweifel an, und wenn ich sehr glücklich bin, noch etwa als scheinbare Zweifel, deren Auflösung er der Zeit überläßt, und die der Wahrheit dennoch nicht hinderlich fallen können. Hingegen muß ich meine ganze Kunst anwenden, um die Aufmerksamkeit des Lesers etwas länger bei mir aufzuhalten. Ich muß mich ihm in dem ganzen Lichte der Überzeugung darstellen, das meine Beweise mir gewähren, um ihn auf die Gründe aufmerksam zu machen, die mir diese Zuversicht einflößen.

Wenn ich meine Gedanken nur unter dem Namen der Zweifel vortrüge, so würde die Welt, die ohnedem geneigt ist, sie vor nichts besseres anzusehen, sehr leicht über dieselbige hinweg sein; denn eine Meinung, die man einmal glaubet erwiesen zu haben, wird sich noch sehr lange im Beifalle erhalten, wenn gleich die Zweifel, durch die sie angefochten wird, noch so scheinbar sind und nicht leichtlich können aufgelöset werden.

Ein Schriftsteller ziehet gemeiniglich seinen Leser unvermerkt mit in diejenige Verfassung, in der er sich bei Verfertigung seiner Schrift selber befunden hatte. Ich wollte ihm also, wenn es möglich wäre, lieber den Zustand der Überzeugung, als des Zweifels mittheilen; denn jener würde mir und vielleicht auch der Wahrheit vortheilhafter sein, als dieser. Dieses sind die kleinen Kunstgriffe, die ich itzo nicht verachten muß, um das Gleichgewicht der Wage nur einigermaßen herzustellen, in der das Ansehen großer Männer einen so gewaltigen Ausschlag giebet.

IX.

Die letzte Schwierigkeit, die ich noch wegräumen will, ist diejenige, die man mir wegen der Unhöflichkeit machen wird. Es scheinet: daß ich den Männern, die ich mich unterfangen habe, zu widerlegen, mit mehr Ehrerbietigkeit hätte begegnen können, als ich wirklich gethan habe. Ich hätte mein Urtheil, das ich über ihre Sätze fälle, in einem viel gelindern Tone aussprechen sollen. Ich hätte sie nicht Irrthümer, Falschheiten oder auch Verblendungen nennen

sollen. Die Härte dieser Ausdrücke scheinet den großen Namen verkleinerlich zu sein, gegen die sie gerichtet sind. Zu der Zeit der Unterscheidungen, welche auch die Zeit der Rauhigkeit der Sitten war, würde man geantwortet haben: daß man die Sätze von allen persönlichen Vorzügen ihrer Urheber abgesondert beurtheilen müsse. Die Höflichkeit dieses Jahrhunderts aber leget mir ein ganz ander Gesetze auf. Ich würde nicht zu entschuldigen sein, wenn die Art meines Ausdrucks die Hochachtung, die das Verdienst großer Männer von mir fordert, beleidigte. Allein ich bin versichert, daß dieses nicht sei. Wenn wir neben den größesten Entdeckungen offenbare Irrthümer antreffen: so ist dieses nicht sowohl ein Fehler des Menschen, als vielmehr der Menschheit; und man würde dieser in der Person der Gelehrten gar zu viel Ehre anthun, wenn man sie von denenselben gänzlich ausnehmen wollte. Ein großer Mann, der sich ein Gebäude von Sätzen errichtet, kann seine Aufmerksamkeit nicht auf alle mögliche Seiten gleich stark kehren. Er ist in einer gewissen Betrachtung insbesondere verwickelt, und es ist kein Wunder, wenn ihm alsdenn von irgend einer andern Seite Fehler entwischen, die er ohnfehlbar vermieden haben würde, wenn er außerhalb dieser Beschäftigung nur seine Aufmerksamkeit auf dieselbe gerichtet hätte.

Ich will die Wahrheit nur ohne Umschweife gestehen. Ich werde nicht ungeneigt sein, diejenige Sätze vor wirkliche Irrthümer und Falschheiten zu halten, welche in meiner Betrachtung unter dieser Gestalt erscheinen; und warum sollte ich mir den Zwang anthun, diesen Gedanken in meiner Schrift so ängstiglich zu verbergen, um dasjenige zu scheinen, was ich nicht denke, was aber die Welt gerne hätte, daß ich es dächte?

Und überhaupt zu reden, würde ich mit der Ceremonie auch schlecht zurechte kommen, allen meinen Urtheilen, die ich über große Männer ausspreche, einen gewissen Schwung der Artigkeit zu ertheilen, die Ausdrücke geschickt zu mildern und überall das Merkmal der Ehrerbietigkeit sehen zu lassen; diese Bemühung würde mich wegen der Wahl

derer Wörter öfters in eine verdrießliche Enge bringen und mich der Nothwendigkeit unterwerfen, über den Fußsteig der philosophischen Betrachtung von allen auszuschweifen. Ich will mich also der Gelegenheit dieses Vorberichtes bedienen, eine öffentliche Erklärung der Ehrerbietigkeit und Hochachtung zu thun, die ich gegen die großen Meister unserer Erkenntniß, welche ich jetzt die Ehre haben werde, meine Gegner zu heißen, jederzeit hegen werde, und der die Freiheit meiner schlechten Urtheile nicht den geringsten Abbruch thun kann.

X.

Nach den verschiedenen Vorurtheilen, die ich mich itzo bemüht habe, wegzuräumen, bleibt dennoch endlich noch ein gewisses rechtmäßiges Vorurtheil übrig, dem ich dasjenige, was in meiner Schrift etwa noch Überzeugendes anzutreffen wäre, insbesondere zu verdanken habe. Wenn viele große Männer von bewährter Scharfsinnigkeit und Urtheilskraft theils durch verschiedene, theils durch einerlei Wege zur Behauptung eben desselben Satzes geleitet werden, so ist eine weit wahrscheinlichere Vermuthung, daß ihre Beweise richtig sind, als daß der Verstand irgend eines schlechten Schriftstellers die Schärfe in denenselben genauer sollte beobachtet haben. Es hat dieser daher große Ursache, den Vorwurf seiner Betrachtung sich besonders klar und eben zu machen, denselben so zu zergliedern und auseinander zu setzen, daß, wenn er vielleicht einen Fehlschluß beginge, derselbe ihm doch alsbald in die Augen leuchten müßte; denn es wird vorausgesetzt: daß, wenn die Betrachtung gleich verwickelt ist, derjenige eher die Wahrheit entdecken werde, der dem andern an Scharfsinnigkeit vorgehet. Er muß seine Untersuchung also, so viel möglich, einfach und leicht machen, damit er nach dem Maße seiner Urtheilskraft in seiner Betrachtung eben so viel Licht und Richtigkeit vermuthen könne, als der andere nach dem Maße der seinigen in einer viel verwickeltern Untersuchung.

Diese Beobachtung habe ich mir in der Ausführung meines Vorhabens ein Gesetz sein lassen, wie man bald wahrnehmen wird.

XI.

Wir wollen, ehe wir diesen Vorbericht endigen, uns den itzigen Zustand der Streitsache von den lebendigen Kräften annoch kürzlich bekannt machen.

Der Herr von Leibniz hat allem Ansehen nach die lebendigen Kräfte in denen Fällen nicht zuerst erblicket, darin er sie zuerst der Welt darstellete. Der Anfang einer Meinung ist gemeiniglich viel einfacher, besonders einer Meinung, die etwas so Kühnes und Wunderbares mit sich führet, als die von der Schätzung nach dem Quadrat. Man hat gewisse Erfahrungen, die sehr gemein sind, und dadurch wir wahrnehmen: daß eine wirkliche Bewegung, z. E. ein Schlag oder Stoß, immer mehr Gewalt mit sich führe, als ein todter Druck, wenn er gleich [noch] stark ist. Diese Beobachtung war vielleicht der Same eines Gedankens, der unter den Händen des Herrn von Leibniz nicht unfruchtbar bleiben konnte, und der nach der Hand zu der Größe eines der berühmtesten Lehrgebäuden erwuchs.

XII.

Überhaupt zu reden, scheinet die Sache der lebendigen Kräfte so zu sagen recht dazu gemacht zu sein, daß der Verstand einmal, es hätte auch zu einer Zeit sein mögen, welche es wollte, durch dieselbe mußte verführet werden. Die überwältigten Hindernisse der Schwere, die verrückte Materien, die zugedrückte Federn, die bewegte Massen, die in zusammengesetzter Bewegung entspringende Geschwindigkeiten, alles stimmet auf eine wunderbare Art zusammen, den Schein der Schätzung nach dem Quadrat zuwege zu bringen. Es giebt eine Zeit, darin die Vielheit der Beweise dasjenige gilt, was zu einer andern ihre Schärfe und Deutlichkeit ausrichten würde. Diese Zeit ist itzo unter den Vertheidigern der lebendigen Kräfte vorhanden. Wenn sie bei einem oder dem andern von ihren Beweisen

etwa wenig Überzeugung fühlen, so befestiget der Schein der Wahrheit, der sich dagegen von desto mehr Seiten hervorthut, ihren Beifall und läßt ihn nicht wankend werden.

XIII.

Es ist schwerer zu sagen, auf welcher Seite sich bis daher in der Streitsache der lebendigen Kräfte die Vermuthung des Sieges am meisten gezeigt habe. Die zwei Herren Bernoulli, Herr von Leibniz und Hermann, die an der Spitze der Philosophen ihrer Nation standen, konnten durch das Ansehen der übrigen Gelehrten von Europa nicht überwogen werden. Diese Männer, die alle Waffen der Geometrie in ihrer Macht hatten, waren allein vermögend eine Meinung empor zu halten, die sich vielleicht nicht hätte zeigen dürfen, wenn sie sich in den Händen eines minder berühmten Vertheidigers befunden hätte.

Sowohl die Partei des Cartesius, als die des Herrn von Leibniz haben vor ihre Meinung alle die Überzeugung empfunden, der man in der menschlichen Erkenntniß gemeiniglich nur fähig ist. Man hat von beiden Theilen über nichts als das Vorurtheil der Gegner geseufzet, und jedwede Partei hat geglaubet, ihre Meinung würde unmöglich können in Zweifel gezogen werden, wenn die Gegner derselben sich nur die Mühe nehmen wollten, sie in einem rechten Gleichgewichte der Gemüthsneigungen anzusehen.

Indessen zeigt sich doch ein gewisser merkwürdiger Unterscheid unter der Art, womit sich die Partei der lebendigen Kräfte zu erhalten suchet, und unter derjenigen, womit die Schätzung des Cartesius sich vertheidiget. Diese beruft sich nur auf einfache Fälle, in denen die Entscheidung der Wahrheit und des Irrthums leicht und gewiß ist, jene im Gegentheil machet ihre Beweise so verwickelt und dunkel als möglich und rettet sich so zu sagen durch Hülfe der Nacht aus einem Gefechte, darin sie vielleicht bei einem rechten Lichte der Deutlichkeit allemal den kürzern ziehen würde.

Die Leibnizianer haben auch noch fast alle Erfahrungen auf ihrer Seite; dies ist vielleicht das einzige,

was sie vor den Cartesianern voraus haben. Die Herren Poleni, s'Gravesande und van Musschenbroek haben ihnen diesen Dienst geleistet, davon die Folgen vielleicht vortrefflich sein würden, wenn man sich derselben richtiger bedient hätte.

Ich werde in diesem Vorberichte keine Erzählung von demjenigen machen, was ich in gegenwärtiger Abhandlung in der Sache der lebendigen Kräfte zu leisten gedenke. Dieses Buch hat keine andere Hoffnung gelesen zu werden, als diejenige, die es auf seine Kürze bauet; es wird also dem Leser leicht sein, sich seinen Inbegriff selber bekannt zu machen.

Wenn ich meiner eigenen Einbildung etwas zutrauen dürfte: so würde ich sagen, meine Meinungen könnten einige nicht unbequeme Handleistungen thun, eine der größten Spaltungen, die itzo unter den Geometern von Europa herrschet, beizulegen. Allein diese Überredung ist eitel: das Urtheil eines Menschen gilt nirgends weniger, als in seiner eigenen Sache. Ich bin vor die meinige so sehr nicht eingenommen, daß ich ihr zum besten einem Vorurtheile der Eigenliebe Gehör geben wollte. Indessen mag es hiemit beschaffen sein, wie es wolle, so unterstehe ich es mir doch, mit Zuversicht vorauszusagen: dieser Streit werde entweder im kurzen abgethan werden, oder er werde niemals aufhören.

Erstes Hauptstück.

Von der Kraft der Körper überhaupt.

§ 1.

Jedweder Körper hat eine wesentliche Kraft.

Weil ich glaube, daß es etwas zu der Absicht beitragen kann, welche ich habe, die Lehre von den lebendigen Kräften einmal gewiß und entscheidend zu machen, wenn ich vorher einige metaphysische Begriffe von der Kraft der Körper überhaupt festgesetzet habe, so werde ich hievon den Anfang machen.

Man sagt, daß ein Körper, der in Bewegung ist, eine Kraft habe. Denn Hindernisse überwinden, Federn spannen, Massen verrücken: dieses nennet alle Welt wirken. Wenn man nicht weiter siehet, als etwa die Sinne lehren, so hält man diese Kraft vor etwas, was dem Körper ganz und gar von draußen mitgetheilet worden, und wovon er nichts hat, wenn er in Ruhe ist. Der ganze Haufe der Weltweisen vor Leibnizen war dieser Meinung, den einzigen Aristoteles ausgenommen. Man glaubt, die dunkele Entelechie dieses Mannes sei das Geheimniß vor die Wirkungen der Körper. Die Schullehrer insgesammt, die alle dem Aristoteles folgeten, haben diesen Räthsel nicht begriffen, und vielleicht ist es auch nicht dazu gemacht gewesen, daß es jemand begreifen sollte. Leibniz, dem die menschliche Vernunft so viel zu verdanken hat, lehrete zuerst, daß dem Körper eine wesentliche Kraft beiwohne, die ihm sogar noch vor der Ausdehnung zukommt. Est aliquid praeter extensionem imo extensione prius; dieses sind seine Worte.

§ 2.

Diese Kraft der Körper nannte Leibniz überhaupt die wirkende Kraft.

Der Erfinder nennete diese Kraft mit dem allgemeinen Namen der wirkenden Kraft. Man hätte ihm in den Lehrgebäuden der Metaphysik nur auf dem Fuße nachfolgen sollen; allein man hat diese Kraft etwas näher zu bestimmen gesucht. Der Körper, heißt es, hat eine bewegende Kraft, denn man siehet ihn sonsten nichts thun, als Bewegungen hervorbringen. Wenn er drücket, so strebt er nach der Bewegung; allein alsdann ist die Kraft in der Ausübung, wenn die Bewegung wirklich ist. Ich behaupte aber, daß, wenn man dem Körper eine wesentliche bewegende Kraft (vim motricem) beileget, damit man eine Antwort auf die Frage von der Ursache der Bewegung fertig habe, so übe man in gewisser Maße den Kunstgriff aus, dessen sich die Schullehrer bedienten, indem sie in der Untersuchung der Gründe der Wärme, oder der Kälte zu einer vi calorifica oder frigifaciente ihre Zuflucht nahmen.

§ 3.

Man sollte billig die wesentliche Kraft vim activam nennen.

Man redet nicht richtig, wenn man die Bewegung zu einer Art Wirkungen machet und ihr deswegen eine gleichnamige Kraft beilegt. Ein Körper, dem unendlich wenig Widerstand geschiehet, der mithin fast gar nicht wirket, der hat am meisten Bewegung. Die Bewegung ist nur das äußerliche Phänomenon des Zustandes des Körpers, da er zwar nicht wirket, aber doch bemüht ist zu wirken; allein wenn er seine Bewegung durch einen Gegenstand plötzlich verlieret, das ist in dem Augenblicke, darin er zur Ruhe gebracht wird, darin wirket er. Man sollte daher die Kraft einer Substanz nicht von demjenigen benennen, was gar keine Wirkung ist, noch viel weniger aber von den Körpern, die im Ruhestande wirken, (z. E. von einer Kugel, die den Tisch, worauf sie lieget,

durch ihre Schwere drücket), sagen, daß sie eine Bemühung haben, sich zu bewegen. Denn weil sie alsdenn nicht wirken würden, wenn sie sich bewegten, so müßte man sagen: indem ein Körper wirket, so hat er eine Bemühung, in den Zustand zu gerathen, darin er nicht wirket. Man wird also die Kraft eines Körpers viel eher eine vim activam überhaupt, als eine vim motricem nennen sollen.

§ 4.

Wie die Bewegung aus der wirkenden Kraft überhaupt kann erkläret werden.

Es ist aber nichts leichter, als den Ursprung dessen, was wir Bewegung nennen, aus den allgemeinen Begriffen der wirkenden Kraft herzuleiten. Die Substanz *A*, deren Kraft dahin bestimmt wird, außer sich zu wirken (das ist den innern Zustand anderer Substanzen zu ändern), findet entweder in dem ersten Augenblicke ihrer Bemühung sogleich einen Gegenstand, der ihre ganze Kraft erduldet, oder sie findet einen solchen nicht. Wenn das erstere allen Substanzen begegnete, so würden wir gar keine Bewegung kennen, wir würden also auch die Kraft der Körper von derselben nicht benennen. Wenn aber die Substanz *A* in dem Augenblicke ihrer Bemühung ihre ganze Kraft nicht anwenden kann, so wird sie nur einen Theil derselben anwenden. Sie kann aber mit dem übrigen Theile derselben nicht unthätig bleiben. Sie muß vielmehr mit ihrer ganzen Kraft wirken, denn sie würde sonst aufhören, eine Kraft zu heißen, wenn sie nicht ganz angewandt würde. Daher weil die Folgen dieser Ausübung in dem coexistirenden Zustande der Welt nicht anzutreffen sind, wird man sie in der zweiten Abmessung derselben, nämlich in der successiven Reihe der Dinge, finden müssen. Der Körper wird daher seine Kraft nicht auf einmal, sondern nach und nach anwenden. Er kann aber in den nachfolgenden Augenblicken in eben dieselbe Substanzen nicht wirken, in die er gleich anfänglich wirkte, denn diese erdulden nur

den ersten Theil seiner Kraft, das übrige aber sind sie nicht fähig anzunehmen; also wirkt *A* nach und nach immer in andere Substanzen. Die Substanz *C* aber, in die er im zweiten Augenblicke wirkt, muß gegen *A* eine ganz andere Relation des Orts und der Lage haben, als *B*, in welches er gleich anfangs wirkete, denn sonst wäre kein Grund, woher *A* nicht im Anfange auf einmal sowohl in die Substanz *C* als in *B* gewirkt hätte. Eben so haben die Substanzen, in die er in den nachfolgenden Augenblicken wirket, jedwede eine verschiedene Lage gegen den ersten Ort des Körpers *A*. Das heißt, *A* verändert seinen Ort, indem er successive wirket.

§ 5.

Was für Schwierigkeiten daraus in die Lehre von der Wirkung des Körpers in die Seele fließen, wenn man diesem keine andere Kraft als die vim motricem beileget.

Weil wir nicht deutlich gewahr werden, was ein Körper thut, wenn er im Zustande der Ruhe wirket, so denken wir immer auf die Bewegung zurück, die erfolgen würde, wenn man den Widerstand wegräumete. Es wäre genug sich derselben dazu zu bedienen, daß man einen äußerlichen Charakter von demjenigen hätte, was in dem Körper vorgehet und was wir nicht sehen können. Allein gemeiniglich wird die Bewegung als dasjenige angesehen, was die Kraft thut, wenn sie recht losbricht, und was die einzige Folge derselben ist. Weil es so leicht ist, sich von diesem kleinen Abwege auf die rechte Begriffe wiederzufinden, so sollte man nicht denken, daß ein solcher Irrthum von Folgen wäre. Allein er ist es in der That, obgleich nicht in der Mechanik und Naturlehre. Denn eben daher wird es in der Metaphysik so schwer, sich vorzustellen, wie die Materie im Stande sei, in der Seele des Menschen auf eine in der That wirksame Art (das ist, durch den physischen Einfluß) Vorstellungen hervorzubringen. Was thut die Materie anders, sagt man, als daß sie Bewegungen verursache?

Daher wird alle ihre Kraft darauf hinaus laufen, daß sie höchstens die Seele aus ihrem Orte verrücke. Allein wie ist es möglich, daß die Kraft, die allein Bewegungen hervorbringt, Vorstellungen und Ideen erzeugen sollte? Dieses sind ja so unterschiedene Geschlechter von Sachen, daß es nicht begreiflich ist, wie eine die Quelle der andern sein könne.

§ 6.

Die Schwierigkeit, die hieraus entspringet, wenn von der Wirkung der Seele in den Körper die Rede ist. Und wie diese durch die Benennung einer vis activae überhaupt könne gehoben werden.

Eine gleiche Schwierigkeit äußert sich, wenn die Frage ist, ob die Seele auch im Stande sei, die Materie in Bewegung zu setzen. Beide Schwierigkeiten verschwinden aber, und der physische Einfluß bekommt kein geringes Licht, wenn man die Kraft der Materie nicht auf die Rechnung der Bewegung sondern der Wirkungen in andre Substanzen, die man nicht näher bestimmen darf, setzet. Denn die Frage, ob die Seele Bewegungen verursachen könne, das ist, ob sie eine bewegende Kraft habe, verwandelt sich in diese: ob ihre wesentliche Kraft zu einer Wirkung nach draußen könne bestimmet werden, das ist, ob sie außer sich in andere Wesen zu wirken und Veränderungen hervorzubringen fähig sei? Diese Frage kann man auf eine ganz entscheidende Art dadurch beantworten: daß die Seele nach draußen aus diesem Grunde müsse wirken können, weil sie in einem Orte ist. Denn wenn wir den Begriff von demjenigen zergliedern, was wir den Ort nennen, so findet man, daß er die Wirkungen der Substanzen in einander andeutet. Es hat also einen gewissen scharfsinnigen Schriftsteller nichts mehr verhindert, den Triumph des physischen Einflusses über die vorherbestimmte Harmonie vollkommen zu machen, als diese kleine Verwirrung der Begriffe, aus der man sich leichtlich herausfindet, sobald man nur seine Aufmerksamkeit darauf richtet.

Wenn man die Kraft der Körper überhaupt nur eine wirkende Kraft nennet, so begreift man leicht, wie die Materie die Seele zu gewissen Vorstellungen bestimmen könne.

Eben so leicht ist auch die Art vom paradoxen Satze zu begreifen, wie es nämlich möglich sei: daß die Materie, von der man doch in der Einbildung stehet, daß sie nichts als nur Bewegungen verursachen könne, der Seele gewisse Vorstellungen und Bilder eindrücke. Denn die Materie, welche in Bewegung gesetzet worden, wirket in alles, was mit ihr dem Raum nach verbunden ist, mithin auch in die Seele; das ist, sie verändert den innern Zustand derselben, in so weit er sich auf das Äußere bezieht. Nun ist der ganze innerliche Zustand der Seele nichts anders, als die Zusammenfassung aller ihrer Vorstellungen und Begriffe, und in so weit dieser innerliche Zustand sich auf das Äußerliche bezieht, heißt er der status repraesentativus universi; dahero ändert die Materie vermittelst ihrer Kraft, die sie in der Bewegung hat, den Zustand der Seele, wodurch sie sich die Welt vorstellet. Auf diese Weise begreifet man, wie sie der Seele Vorstellungen eindrücken könne.

§ 7.

Es können Dinge wirklich existiren, dennoch aber nirgends in der Welt vorhanden sein.

Es ist schwer, in einer Materie, die von so weitem Umfange ist, nicht auszuschweifen; allein ich muß mich doch nur wieder zu dem wenden, was ich von der Kraft der Körper habe anmerken wollen. Weil alle Verbindung und Relation außer einander existirender Substanzen von den gewechselten Wirkungen, die ihre Kräfte gegen einander ausüben, herrühret, so laßt uns sehen, was für Wahrheiten aus diesem Begriffe der Kraft können hergeleitet werden. Entweder ist eine Substanz mit andern außer ihr in einer Verbindung und Relation, oder sie ist es nicht. Weil ein jedwedes selbständiges Wesen die

vollständige Quelle aller seiner Bestimmungen in sich enthält, so ist nicht nothwendig zu seinem Dasein, daß es mit andern Dingen in Verbindung stehe. Daher können Substanzen existiren und dennoch gar keine äußerliche Relation gegen andere haben, oder in einer wirklichen Verbindung mit ihnen stehen. Weil nun ohne äußerliche Verknüpfungen, Lagen und Relationen kein Ort statt findet, so ist es wohl möglich, daß ein Ding wirklich existire, aber doch nirgends in der ganzen Welt vorhanden sei. Dieser paradoxe Satz, ob er gleich eine Folge und zwar eine sehr leichte Folge der bekanntesten Wahrheiten ist, ist, so viel ich weiß, noch von niemanden angemerket worden. Allein es fließen noch andere Sätze aus derselben Quelle, die nicht minder wunderbar sind und den Verstand so zu sagen wider seinen Willen einnehmen.

§ 8.

Es ist im recht metaphysischen Verstande wahr, daß mehr wie eine Welt existiren könne.

Weil man nicht sagen kann, daß etwas ein Theil von einem Ganzen sei, wenn es mit den übrigen Theilen in gar keiner Verbindung stehet (denn sonst würde kein Unterscheid unter einer wirklichen Vereinigung und unter einer eingebildeten zu finden sein), die Welt aber ein wirklich zusammen gesetztes Wesen ist, so wird eine Substanz, die mit keinem Dinge in der ganzen Welt verbunden ist, auch zu der Welt gar nicht gehören, es sei denn etwa in Gedanken, das heißt sie [es] wird kein Theil von derselben sein. Wenn dergleichen Wesen viel sind, die mit keinem Dinge der Welt in Verknüpfung stehen, allein gegen einander eine Relation haben, so entspringet daraus ein ganz besonder Ganzes, sie machen eine ganz besondere Welt aus. Es ist daher nicht richtig geredet, wenn man in den Hörsälen der Weltweisheit immer lehret, es könne im metaphysischen Verstande nicht mehr wie eine einzige Welt existiren. Es ist wirklich möglich, daß Gott viel Millionen Welten, auch in recht metaphysischer Bedeutung ge-

nommen, erschaffen habe; daher bleibt es unentschieden, ob sie auch wirklich existiren, oder nicht. Der Irrthum, den man hierin begangen, ist ohnfehlbar daher entstanden, weil man auf die Erklärung von der Welt nicht genau Acht gehabt hat. Denn die Definition rechnet nur dasjenige zur Welt, was mit den übrigen Dingen in einer wirklichen Verbindung stehet*), das Theorem aber vergißt diese Einschränkung und redet von allen existirenden Dingen überhaupt.

§ 9.

Wenn die Substanzen keine Kraft hätten, außer sich zu wirken, so würde keine Ausdehnung, auch kein Raum sein.

Es ist leicht zu erweisen, daß kein Raum und keine Ausdehnung sein würden, wenn die Substanzen keine Kraft hätten, außer sich zu wirken. Denn ohne diese Kraft ist keine Verbindung, ohne diese keine Ordnung und ohne diese endlich kein Raum. Allein es ist etwas schwerer einzusehen, wie aus dem Gesetze, nach welchem diese Kraft der Substanzen außer sich wirket, die Vielheit der Abmessungen des Raumes herfolge.

Der Grund von der dreifachen Dimension des Raumes ist noch unbekannt.

Weil ich in dem Beweise, den Herr von Leibniz irgendwo in der Theodicee von der Anzahl der Linien hernimmt, die von einem Punkte winkelrecht gegen einander können gezogen werden, einen Zirkelschluß wahrnehme, so habe ich darauf gedacht, die dreifache Dimension der Ausdehnung aus demjenigen zu erweisen, was man bei den Potenzen der Zahlen wahrnimmt. Die drei ersten Potenzen derselben sind ganz einfach und lassen sich auf keine andere reduciren, allein die vierte, als das Quadratoquadrat, ist nichts

*) Mundus est rerum omnium contingentium simultanearum et successivarum inter se connexarum series.

als eine Wiederholung der zweiten Potenz. So gut mir diese Eigenschaft der Zahlen schien, die dreifache Raumes-Abmessung daraus zu erklären, so hielt sie in der Anwendung doch nicht Stich. Denn die vierte Potenz ist in allem demjenigen, was wir uns durch die Einbildungskraft vom Raume vorstellen können, ein Unding. Man kann in der Geometrie kein Quadrat mit sich selber, noch den Würfel mit seiner Wurzel multipliciren; daher beruht die Nothwendigkeit der dreifachen Abmessung nicht sowohl darauf, daß, wenn man mehrere setzte, man nichts anders thäte, als daß die vorigen wiederholt würden (so wie es mit den Potenzen der Zahlen beschaffen ist), sondern vielmehr auf einer gewissen andern Nothwendigkeit, die ich noch nicht zu erklären im Stande bin.

§ 10.

Es ist wahrscheinlich, daß die dreifache Abmessung des Raumes von dem Gesetze herrühre, nach welchem die Kräfte der Substanzen in einander wirken.

Weil alles, was unter den Eigenschaften eines Dinges vorkömmt, von demjenigen muß hergeleitet werden können, was den vollständigen Grund von dem Dinge selber in sich enthält, so werden sich auch die Eigenschaften der Ausdehnung, mithin auch die dreifache Abmessung derselben auf die Eigenschaften der Kraft gründen, welche die Substanzen in Absicht auf die Dinge, mit denen sie verbunden sind, besitzen. Die Kraft, womit eine Substanz in der Vereinigung mit andern wirkt, kann nicht ohne ein gewisses Gesetze gedacht werden, welches sich in der Art seiner Wirkung hervorthut. Weil die Art des Gesetzes, nach welchem die Substanzen in einander wirken, auch die Art der Vereinigung und Zusammensetzung vieler derselben bestimmen muß, so wird das Gesetz, nach welchem eine ganze Sammlung Substanzen (das ist ein Raum) abgemessen wird, oder die Dimension der Ausdehnung von den Gesetzen herrühren, nach welchen die Substanzen vermöge ihrer wesentlichen Kräfte sich zu vereinigen suchen.

Die dreifache Abmessung scheint daher zu rühren, weil die Substanzen in der existirenden Welt so in einander wirken, daß die Stärke der Wirkung sich wie das Quadrat der Weiten umgekehrt verhält.

Diesem zu folge halte ich davor: daß die Substanzen in der existirenden Welt, wovon wir ein Theil sind, wesentliche Kräfte von der Art haben, daß sie in Vereinigung mit einander nach dem doppelten umgekehrten Verhältniß der Weiten ihre Wirkungen von sich ausbreiten; zweitens, daß das Ganze, was daher entspringet, vermöge dieses Gesetzes die Eigenschaft der dreifachen Dimension habe; drittens, daß dieses Gesetz willkürlich sei, und daß Gott dafür ein anderes, zum Exempel des umgekehrten dreifachen Verhältnisses, hätte wählen können; daß endlich viertens aus einem andern Gesetze auch eine Ausdehnung von andern Eigenschaften und Abmessungen geflossen wäre. Eine Wissenschaft von allen diesen möglichen Raumesarten wäre unfehlbar die höchste Geometrie, die ein endlicher Verstand unternehmen könnte. Die Unmöglichkeit, die wir bei uns bemerken, einen Raum von mehr als drei Abmessungen uns vorzustellen, scheint mir daher zu rühren, weil unsere Seele ebenfalls nach dem Gesetze des umgekehrten doppelten Verhältnisses der Weiten die Eindrücke von draußen empfängt, und weil ihre Natur selber dazu gemacht ist, nicht allein so zu leiden, sondern auch auf diese Weise außer sich zu wirken.

§ 11.

Die Bedingung, unter der es wahrscheinlich ist, daß es viel Welten gebe.

Wenn es möglich ist, daß es Ausdehnungen von andern Abmessungen gebe, so ist es auch sehr wahrscheinlich, daß sie Gott wirklich irgendwo angebracht hat. Denn seine Werke haben alle die Größe und Mannigfaltigkeit, die sie nur fassen können. Räume von dieser Art könnten nun unmöglich mit solchen in Verbindung stehen, die von ganz andern Wesen sind; daher würden dergleichen Räume zu unserer

Welt gar nicht gehören, sondern eigene Welten ausmachen müssen. In dem vorigen habe ich gezeigt, daß mehr Welten, im metaphysischen Verstande genommen, zusammen existiren könnten; allein hier ist zugleich die Bedingung, die, wie mir deucht, die einzige ist, weswegen es auch wahrscheinlich wäre, daß viele Welten wirklich existiren. Denn wenn nur die einzige Raumesart, die nur eine dreifache Abmessung leidet, möglich ist, so würden die andere Welten, die ich außerhalb derjenigen setze, worinnen wir existiren, mit der unsrigen dem Raume nach können verbunden werden: weil sie Räume von einerlei Art sind. Daher würde sichs fragen, warum Gott die eine Welt von der andern gesondert habe, da er doch durch ihre Verknüpfung seinem Werke eine größere Vollkommenheit mitgetheilet haben würde; denn je mehr Verbindung, desto mehr Harmonie und Übereinstimmung ist in der Welt, da hingegen Lücken und Zertrennungen die Gesetze der Ordnung und der Vollkommenheit verletzen. Es ist also nicht wahrscheinlich, daß viele Welten existiren (ob es gleich an sich möglich ist), es sei denn, daß vielerlei Raumesarten, von denen ich itzo geredet habe, möglich sind.

Diese Gedanken können der Entwurf zu einer Betrachtung sein, die ich mir vorbehalte. Ich kann aber nicht leugnen, daß ich sie so mittheile, wie sie mir beifallen, ohne ihnen durch eine längere Untersuchung ihre Gewißheit zu verschaffen. Ich bin daher bereit sie wieder zu verwerfen, so bald ein reiferes Urtheil mir die Schwäche derselben aufdecken wird.

§ 12.

Einige Metaphysiklehrer behaupten, daß der Körper vermöge seiner Kraft sich nach allen Gegenden zur Bewegung bestrebe.

Die neueste Weltweisheit setzet gewisse Begriffe von der wesentlichen Kraft der Körper fest, die nicht allerdings können gebilliget werden. Man nennet dieselbe eine immerwährende Bestrebung zur Bewegung. Außer dem Fehler, den dieser Begriff,

wie ich im Anfange gezeigt habe, mit sich führet, ist noch ein anderer, von dem ich anitzt reden will. Wenn die Kraft eine immerwährende Bemühung zum Wirken ist, so wäre es ein offenbarer Widerspruch, wenn man sagen wollte, daß diese Anstrengung der Kraft in Absicht auf die äußern Dinge ganz und gar unbestimmt sei. Denn vermöge ihrer Definition ist sie ja dahin bemühet, außer sich in andere Dinge zu wirken; ja nach den angenommenen Lehrsätzen der neuesten Metaphysiklehrer wirket sie wirklich in dieselbe. Es scheinen daher diejenigen am richtigsten zu reden, die da sagen, daß sie vielmehr nach allen Gegenden gerichtet sei, als daß sie in Absicht auf die Richtung ganz und gar unbestimmt sei. Der berühmte Herr Hamberger behauptet daher, daß die substantielle Kraft der Monaden sich nach allen Gegenden zur Bewegung gleich bestrebe und sich daher so wie eine Wage durch die Gleichheit der Gegendrücke in Ruhe erhalte.

§ 13.

Erster Einwurf gegen diese Meinung.

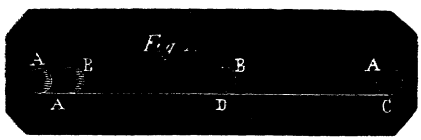
Nach diesem System entsteht die Bewegung, wenn das Gleichgewicht zweier entgegen gesetzter Tendenzien gehoben ist, und der Körper bewegt sich nach der Richtung der größeren Tendenz mit dem Übermaße der Kraft, das diese über die entgegen gesetzte kleinere erhalten hat. Diese Erklärung befriedigt die Einbildungskraft noch zwar in dem Falle, da der bewegende Körper mit dem bewegten immer zugleich fortrücket. Denn dieser Fall ist demjenigen ähnlich, da jemand mit der Hand eine von zwei gleichwiegenden Wagschalen unterstützet und hiedurch die Bewegung der andern verursachet. Allein ein Körper, dem seine Bewegung durch einen Stoß mitgetheilet worden, setzet dieselbe ins unendliche fort, ungeachtet die antreibende Gewalt aufhöret, in ihn zu wirken. Nach dem angeführten Lehrgebäude aber würde er seine Bewegung nicht fortsetzen können, sondern so bald der antreibende Körper abließe, in ihn zu wirken, würde er auch plötzlich in Ruhe gerathen. Denn

weil die nach allen Gegenden gerichtete Tendenzien der Kraft des Körpers von seiner Substanz unzertrennlich sind, so wird das Gleichgewicht dieser Neigungen sich den Augenblick wieder herstellen, so bald die äußerliche Gewalt, die sich der einen Tendenz entgegen gesetzt hatte, zu wirken aufhöret.

§ 14.

Zweiter Einwurf gegen dieselbe Meinung.

Es ist dieses aber nicht die einzige Schwierigkeit. Weil ein Ding durchgängig bestimmt sein muß, so wird die Bestrebung zur Bewegung, welche die Substanzen nach allen Gegenden ausüben, einen gewissen Grad der Intensität haben müssen. Denn unendlich kann sie nicht sein; allein eine endliche Bemühung zum Wirken ohne eine gewisse Größe der



Anstrengung ist unmöglich. Daher weil der Grad der Intensität endlich und bestimmt ist, so setze man, daß ein Körper *A* von gleich großer Masse gegen ihn mit einer Gewalt anlaufe, die dreimal stärker ist als alle die Bemühung zur Bewegung, die dieser in der wesentlichen Kraft seiner Substanz hat: so wird er dem anlaufenden nur den dritten Theil seiner Geschwindigkeit durch seine vim inertiae benehmen können; er wird aber auch selber keine größere Geschwindigkeit erlangen, als die dem Drittheil von der Geschwindigkeit des bewegenden Körpers gleich ist. Nach verrichtetem Stoße also wird *A* als der anlaufende Körper sich mit zwei Graden Geschwindigkeit, *B* aber nur mit einem Grade in eben derselben Richtung fortbewegen sollen. Weil nun *B* dem Körper *A* im Wege steht und so viele Geschwindigkeit nicht annimmt, als er nöthig hat, damit er der Bewegung des Körpers *A* nicht hinderlich sei; weil

er diesem ungeachtet dieses seine Bewegung doch nicht vermögend ist aufzuhalten: so wird sich *A* wirklich nach der Richtung *AC* (Fig. 1) mit der Geschwindigkeit 2, *B* aber, welches dem Körper *A* im Wege ist, nach eben dieser Richtung mit der Geschwindigkeit wie 1 bewegen, beiderseits Bewegungen aber werden dennoch ungehindert vor sich gehen. Dieses ist aber unmöglich, es sei denn, daß man setzen wollte, *B* würde von *A* durchdrungen, welches aber eine metaphysische Ungereimtheit ist. *)

§ 15.

Doppelte Eintheilung der Bewegung.

Es ist Zeit, daß ich diese metaphysische Vorbereitung endige. Ich kann aber nicht umhin noch eine Anmerkung beizufügen, die ich zum Verstande des folgenden vor unentbehrlich halte. Die Begriffe von dem todten Drucke und von dem Maße desselben, die in der Mechanik vorkommen, setze ich bei meinen Lesern voraus, und überhaupt werde ich in diesen Blättern keine vollständige Abhandlung von allem dem, was zu der Lehre der lebendigen und todten Kräfte gehöret, vortragen; sondern nur einige geringe Gedanken entwerfen, die mir neu zu sein scheinen und meiner Hauptabsicht beförderlich sein, das Leibnizische Kräftenmaß zu verbessern. Daher theile ich alle Bewegungen in zwei Hauptarten ein. Die eine hat die Eigenschaft, daß sie sich in dem Körper, dem sie mitgetheilet worden, selber erhält und ins unendliche fortdauret, wenn keine Hinderniß sich entgegen setzet. Die andere ist eine immerwährende Wirkung einer stets antreibenden Kraft, bei der nicht einmal ein Widerstand nöthig ist, sie zu vernichten, sondern die nur auf die äußerliche Kraft beruhet und eben so bald verschwindet, als diese aufhöret, sie zu erhalten.

*) Man begreifet dieses noch deutlicher, wenn man erwäget, daß der Körper A nach verrichtetem Stoße werde in C sein, wenn B den Punkt D, der die Linie A C auf die Hälfte theilet, noch nicht überschritten hat; mithin werde jener diesen haben durchdringen müssen, denn sonst hätte er vor ihm keinen Vorsprung erlangen können.

Ein Exempel von der ersten Art sind die geschossene Kugeln und alle geworfene Körper; von der zweiten Art ist die Bewegung einer Kugel, die von der Hand sachte fortgeschoben wird, oder sonst alle Körper, die getragen, oder mit mäßiger Geschwindigkeit gezogen werden.

§ 16.

Die Bewegung von der ersten Art ist vom todten Drucke nicht unterschieden.

Man begreift leicht, ohne sich in eine tiefe Betrachtung der Metaphysik einzulassen, daß die Kraft, die sich in der Bewegung von der ersten Art äußert, in Vergleichung der Kraft von dem zweiten Geschlechte etwas Unendliches hat. Denn diese vernichtet sich zum Theile selber und höret von selber plötzlich auf, so bald sich die antreibende Kraft entziehet; man kann sie daher ansehen, als wenn sie jeden Augenblick verschwände, aber auch eben so oft wieder erzeuget werde, da hingegen jene eine innerliche Quelle einer an sich unvergänglichen Kraft ist, die in einer fortdaurenden Zeit ihre Wirkung verrichtet. Sie verhält sich also zu jener wie ein Augenblick zur Zeit, oder wie der Punkt zur Linie. Es ist daher eine Bewegung von dieser Art von dem todten Drucke nicht unterschieden, wie Herr Baron Wolf in seiner Kosmologie schon angemerket hat.

§ 17.

Die Bewegung von der zweiten Art setzet eine Kraft voraus, die sich wie das Quadrat der Geschwindigkeit verhält.

Weil ich von der Bewegung eigentlich reden will, die sich in einem leeren Raume in Ewigkeit von selber erhält: so will ich mit wenigem die Natur derselben nach den Begriffen der Metaphysik ansehen. Wenn ein Körper in freier Bewegung in einem unendlich subtilen Raume läuft, so kann seine Kraft nach der Summe aller der Wirkungen, die er in Ewigkeit thut, abgemessen werden. Denn wenn dieses

Aggregat seiner ganzen Kraft nicht gleich wäre, so würde man, um eine Summe zu finden, die der ganzen Intensität der Kraft gleich sei, eine längere Zeit nehmen müssen, als die unendliche Zeit ist, welches ungereimt ist. Man vergleiche nun zwei Körper *A* und *B*, von denen *A* eine Geschwindigkeit wie 2, *B* aber eine solche wie 1 hat, so drücket *A* von dem Anfange seiner Bewegung an in Ewigkeit die unendlich kleine Massen des Raumes, den er durchläuft, mit doppelt mehr Geschwindigkeit wie *B*, allein er legt auch in dieser unendlichen Zeit einen zweimal größeren Raum zurück als *B*, also ist die ganze Größe der Wirkung, welche *A* verrichtet, dem Product aus der Kraft, womit er denen kleinen Theilen des Raumes begegnet, in die Menge dieser Theile proportionirt, und eben so ist es mit der Kraft von *B* beschaffen. Nun sind beider ihre Wirkungen in die kleine Moleculas des Raumes ihren Geschwindigkeiten proportionirt, und die Menge dieser Theile sind ebenfalls wie die Geschwindigkeiten, folglich ist die Größe der ganzen Wirkung eines Körpers zu der ganzen Wirkung des andern, wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeiten, und also sind ihre Kräfte auch in diesem Verhältniß. *)

§ 18.

Zweiter Grund hievon.

Zum bessern Begriff dieser Eigenschaft der lebendigen Kräfte kann man auf dasjenige zurück denken, was im 16ten § gesagt worden. Die todten Drucke können nichts mehr als die einfache Geschwindigkeit zum Maße haben; denn weil ihre Kraft auf den Körpern, die sie ausüben, selber nicht beruhet, sondern durch eine äußere Gewalt verrichtet wird, so hat der Widerstand, der dieselbe über-

*) Weil ich in dieser Schrift eigentlich der Meinung des Herrn von Leibniz gewisse Einwürfe entgegen setzen will, so scheint es, daß ich mir selber widerspreche, da ich in diesem § einen Beweis zur Bestätigung seiner Meinung darbiete. Allein in dem letzten Capitel werde ich zeigen, daß des Herrn von Leibniz Meinung, wenn sie nur auf gewisse Weise eingeschränkt wird, wirklich statt habe.

wältiget, nicht in Absicht auf die Stärke, mit der sich diese Kraft in dem Körper zu erhalten sucht, eine gewisse besondere Bemühung nöthig (denn die Kraft ist in der wirkenden Substanz auf keinerlei Weise eingewurzelt und bemühet, sich in derselben zu erhalten), sondern sie hat nur die einzige Geschwindigkeit zu vernichten nöthig, die der Körper gebrauchet, den Ort zu verändern. Allein mit der lebendigen Kraft ist es ganz anders. Weil der Zustand, in welchem die Substanz sich befindet, indem sie in freier Bewegung mit einer gewissen Geschwindigkeit fortläuft, sich auf den innerlichen Bestimmungen vollkommen gründet: so ist dieselbe Substanz zugleich dahin bemühet, sich in diesem Zustande zu erhalten. Der äußerliche Widerstand also muß zugleich neben der Kraft, die er brauchet, der Geschwindigkeit dieses Körpers die Wage zu halten, noch eine besondere Gewalt haben, die Bestrebung zu brechen, mit der die innerliche Kraft des Körpers angestrengt ist, in sich diesen Zustand der Bewegung zu erhalten, und die ganze Stärke des Widerstandes, der die Körper, die in freier Bewegung sich befinden, in Ruhe versetzen soll, muß also in zusammengesetztem Verhältniß sein aus der Proportion der Geschwindigkeit und der Kraft, womit der Körper bemühet ist, diesen Zustand der Bemühung in sich zu erhalten; d. i. weil beide Verhältnisse einander gleich sein, so ist die Kraft, die der Widerstand bedarf, wie das Quadrat der Geschwindigkeit der anlaufenden Körper.

§ 19.

Ich darf mir nicht versprechen, etwas Entscheidendes und Unwidersprechliches in einer Betrachtung zu erlangen, die bloß metaphysisch ist, daher wende ich mich zu dem folgenden Capitel, welches durch die Anwendung der Mathematik vielleicht mehr Ansprüche auf die Überzeugung wird machen können. Unsere Metaphysik ist wie viele andere Wissenschaften in der That nur an der Schwelle einer recht gründlichen Erkenntniß; Gott weiß, wenn man sie selbige wird überschreiten sehen. Es ist nicht schwer, ihre

Schwäche in manchem zu sehen, was sie unternimmt. Man findet sehr oft das Vorurtheil als die größte Stärke ihrer Beweise. Nichts ist mehr hieran Schuld, als die herrschende Neigung derer, die die menschliche Erkenntniß zu erweitern suchen. Sie wollten gerne eine große Weltweisheit haben, allein es wäre zu wünschen, daß es auch eine gründliche sein möchte. Es ist einem Philosophen fast die einzige Vergeltung vor seine Bemühung, wenn er nach einer mühsamen Untersuchung sich endlich in dem Besitze einer recht gründlichen Wissenschaft beruhigen kann. Daher ist es sehr viel von ihm zu verlangen, daß er nur selten seinem eigenen Beifall traue, daß er in seinen eigenen Entdeckungen die Unvollkommenheiten nicht verschweige, die er zu verbessern nicht im Stande ist, und daß er niemals so eitel sei, dem Vergnügen, das die Einbildung von einer gründlichen Wissenschaft macht, den wahren Nutzen der Erkenntniß hintan zu setzen. Der Verstand ist zum Beifalle sehr geneigt, und es ist freilich sehr schwer, ihn lange zurück zu halten; allein man sollte sich doch endlich diesen Zwang anthun, um einer gegründeten Erkenntniß alles aufzuopfern, was eine weitläuftige Reizendes an sich hat.

Zweites Hauptstück.

Untersuchung der Lehrsätze der Leibnizischen Partei von den lebendigen Kräften.

§ 20.

Ich finde in der Abhandlung, die Herr Bülfinger der Petersburgischen Akademie überreicht hat, eine Betrachtung, der ich mich jederzeit als einer Regel in der Untersuchung der Wahrheiten bedient habe. Wenn Männer von gutem Verstande, bei denen entweder auf keinem oder auf beiden Theilen die Vermuthung fremder Absichten zu finden ist, ganz wider einander laufende Meinungen behaupten, so ist es der Logik der Wahrscheinlichkeiten gemäß, seine Aufmerksamkeit am meisten auf einen gewissen Mittelsatz zu richten, der beiden Parteien in gewisser Maße Recht lässet.

§ 21.

Ich weiß nicht, ob ich sonst in dieser Art zu denken bin glücklich gewesen, allein in der Streitsache von den lebendigen Kräften hoffe ich es zu sein. Niemals hat sich die Welt in gewisse Meinungen gleicher getheilt als in denen, die das Kräftenmaß der bewegten Körper betreffen. Die Parteien sind allem Absehen nach gleich stark und gleich billig. Es können sich freilich fremde Absichten mit einmischen, allein von welcher Partei sollte man sagen können, daß sie hievon ganz frei wäre? Ich wähle also den sichersten Weg, indem ich eine Meinung ergreife, wobei beide große Parteien ihre Rechnung finden.

§ 22.

Leibnizens und Cartesens Schätzung der Kräfte.

Die Welt hatte vor Leibnizen dem einzigen Satze des Cartes gehuldigt, der überhaupt den Körpern, auch denen, die sich in wirklicher Bewegung befinden, zum Maße ihrer Kraft nur die bloße Geschwindigkeiten ertheilte. Niemand liesse es sich beifallen, daß es möglich wäre, in dasselbe einen Zweifel zu setzen; allein Leibniz brachte die menschliche Vernunft durch die Verkündigung eines neuen Gesetzes plötzlich in Empörung, welches nach der Zeit eines von denen geworden ist, die denen Gelehrten den größten Wettstreit des Verstandes dargeboten haben. Cartes hatte die Kräfte der bewegten Körper nach den Geschwindigkeiten schlechthin geschätzet, allein der Herr von Leibniz setzte zu ihrem Maße das Quadrat ihrer Geschwindigkeit. Diese seine Regel trug er nicht, wie man denken sollte, nur unter gewissen Bedingungen vor, die der vorigen annoch einigen Platz verstatten; nein, sondern er leugnete Cartesens Gesetze absolut und ohne Einschränkung und setzte das seinige sofort an dessen Stelle.

§ 23.

Erster Fehler des Leibnizischen Kräftenmaßes.

Es sind eigentlich zwei Stücke, die ich an des Herrn von Leibniz Regel auszusetzen finde. Dasjenige, wovon ich itzo handeln werde, ziehet in der Sache der lebendigen Kräfte keine Folgen von Wichtigkeit nach sich; man kann es aber dennoch nicht unterlassen anzumerken, damit bei einem so großen Satze nichts versäumet werde, was ihn von allen kleinen Vorwürfen, die man ihm etwa machen möchte, befreien kann.

Das Leibnizische Kräftenmaß ist jederzeit in dieser Formel vorgetragen worden: Wenn ein Körper in wirklicher Bewegung begriffen ist, so ist seine Kraft, wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit. Also ist nach diesem Satze das Kennzeichen von diesem Maße der Kraft nichts wie

die wirkliche Bewegung. Es kann aber ein Körper sich wirklich bewegen, obgleich seine Kraft nicht größer ist, als diejenige, die er etwa mit dieser Anfangs-Geschwindigkeit bloß durch den Druck ausüben würde. Ich habe dieses in dem vorigen Capitel schon erwiesen und wiederhole es nochmals. Eine Kugel, die ich auf einer glatten Fläche ganz sachte fortschiebe, höret sogleich auf, sich ferner zu bewegen, wenn ich die Hand abziehe. Es verschwindet also in einer solchen Bewegung die Kraft des Körpers alle Augenblicke; sie wird aber eben so oft durch einen neuen Druck wieder hergestellet. In demselben Augenblicke also, da der Körper den Gegenstand antrifft, ist ihm seine Kraft nicht von der vorigen Bewegung noch eigen, nein, diese ist schon alle vernichtet, nur diejenige Kraft besitzt er, welche ihm die antreibende Gewalt in eben diesem Augenblicke mittheilet, da er den Gegenstand berühret. Man kann ihn also ansehen, als wenn er sich gar nicht beweget hätte, und als wenn er den Widerstand bloß im Ruhestande druckte. Ein solcher Körper ist mithin von demjenigen nicht unterschieden, der einen todten Druck ausübet, und daher ist seine Kraft nicht wie das Quadrat seiner Geschwindigkeit, sondern wie die Geschwindigkeit schlechthin. Dieses ist also die erste Einschränkung, die ich dem Leibnizischen Gesetze mache. Er hätte nicht eine wirkliche Bewegung allein als das Kennzeichen der lebendigen Kraft angeben sollen, es war auch nöthig eine freie Bewegung hinzuzusetzen. Denn wenn die Bewegung nicht frei ist, so hat der Körper niemals eine lebendige Kraft. Nach dieser Bestimmung wird das Leibnizische Gesetze, wo es sonst nur richtig ist, in dieser Formel erscheinen müssen: Ein Körper, der sich in wirklicher und freier Bewegung befindet, hat eine Kraft, die dem Quadrat u. s. w. u. s. w.

§ 24.

Was eine wirkliche Bewegung sei.

Nunmehro mache ich die zweite Anmerkung, die uns die Quellen des berüchtigten Streites entdecken

wird, und die vielleicht auch das einzige Mittel darbietet, denselben wieder beizulegen.

Die Vertheidiger von der neuen Schätzung der lebendigen Kräfte sind hierin noch mit den Cartesianern einig, daß die Körper, wenn ihre Bewegung nur im Anfange ist, eine Kraft besitzen, die sich wie ihre bloße Geschwindigkeit verhalte. Allein so bald man die Bewegung wirklich nennen kann, so hat der Körper ihrer Meinung nach das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maße.

Lasset uns nun untersuchen, was eigentlich eine wirkliche Bewegung sei. Denn dieses Wort war die Ursache des Abfalls von Cartesen, allein vielleicht kann sie auch eine Ursache der Wiedervereinigung werden.

Man nennet eine Bewegung alsdann wirklich, wenn sie sich nicht bloß in dem Punkte des Anfangs befindet, sondern wenn, indem sie währet, eine Zeit verflossen ist. Diese verflossene Zeit, die zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, darin der Körper wirket, dazwischen ist, die macht es eigentlich, daß man die Bewegung wirklich nennen kann.

Man merke aber wohl, daß diese Zeit*) nicht etwas von gesetzter und gemessener Größe sei, sondern daß sie gänzlich undeterminirt ist und nach Belieben kann bestimmet werden. Das heißt: man kann sie annehmen, so klein man will, wenn man sie dazu brauchen soll, eine wirkliche Bewegung damit anzuzeigen. Denn es ist nicht die und die Größe der Zeit, welche die Bewegung eigentlich wirklich macht, nein, die Zeit überhaupt ist es, sie sei so klein, oder so groß, wie sie wolle.

§ 25.

Zweiter Hauptfehler des Leibnizischen Kräftenmaßes.

Demnach ist die in der Bewegung aufgewandte Zeit der wahre und einzige Charakter der lebendigen Kraft; und sie allein ist es, wodurch diese ein besonderes Maß vor der todten erhält.

*) In der Formel des Leibnizischen Kräftenmaßes.

Laßt uns nun die Zeit, die von dem Anfange der Bewegung an verfliesset, bis der Körper einen Gegenstand antrifft, in den er wirket, durch die Linie *AB* vorstellig machen, wovon der Anfang in *A* ist (Fig. 2). In *B* hat der Körper also eine lebendige Kraft, aber im Anfangspunkte *A* hat er sie nicht, denn daselbst würde er einen Widerhalt, der ihm entgegen stünde, bloß mit einer Bemühung zur Bewegung drucken. Laßt uns aber ferner folgender Gestalt schließen. Vors

1ste ist die Zeit *AB* eine solche Bestimmung des Körpers, der sich in *B* befindet, wodurch in ihn eine lebendige Kraft gesetzet wird, und der Anfangspunkt *A* (wenn ich nämlich den Körper in denselben setze), ist eine Bestimmung, die ein Grund der todten Kraft ist. Vors

2te. Wenn ich in Gedanken diese Bestimmung, die durch die Linie *AB* ausgedruckt wird, kleiner

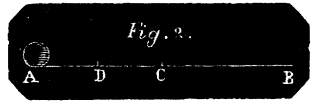


Fig. 2.

mache, so setze ich den Körper dem Anfangspunkte näher, und es läßt sich leicht verstehen, daß, wenn ich dieses fortsetzte, der Körper endlich sich gar in *A* selber befinden würde; folglich wird die Bestimmung *AB* durch ihre Abkürzung der Bestimmung in *A* immer näher gesetzt werden; denn wenn sie sich dieser gar nicht näherte, so könnte der Körper durch die Abkürzung der Zeit, wenn ich sie gleich unendlich fortsetzte, doch niemals den Punkt *A* gewinnen, welches ungereimt ist. Es kömmt also die Bestimmung des Körpers in *C* denen Bedingungen der todten Kraft näher, als in *B*, in *D* noch näher als in *C* und so ferner, bis er in *A* selber alle Bedingungen der todten Kraft hat, und die Bedingungen zur lebendigen gänzlich verschwunden sind. Wenn aber

3tens gewisse Bestimmungen, die die Ursache einer Eigenschaft eines Körpers sein, sich nach und nach in andere Bestimmungen verwandeln, die ein Grund einer entgegengesetzten Eigenschaft sind, so

muß die Eigenschaft, die eine Folge der ersteren Bedingungen war, sich zugleich mit ändern und sich nach und nach in diejenige Eigenschaft verwandeln, die eine Folge der letztern ist. *) Da nun, wenn ich die Zeit *AB*, (die eine Bedingung einer lebendigen Kraft in *B* ist), in Gedanken abkürze, diese Bedingung der lebendigen Kraft der Bedingung der todten Kraft nothwendig näher gesetzt wird, als sie in *B* war: so muß auch der Körper in *C* wirklich eine Kraft haben, die der todten näher kommt, als die in *B* und noch näher, wenn ich ihn in *D* setzte. Es hat demnach ein Körper, der unter der Bedingung der verflossenen Zeit eine lebendige Kraft besitzet, dieselbe nicht in jedweder Zeit, die so kurz sein kann, als man will; nein, sie muß determinirt und gewiß sein, denn wenn sie kürzer wäre, so würde er diese lebendige Kraft nicht mehr haben. Es kann also Leibnitzens Gesetze von der Schätzung der Kräfte nicht statt finden; denn es legt den Körpern, die sich überhaupt eine Zeit lang bewegt haben (dies will so viel sagen als die sich wirklich bewegen), ohne Unterscheid eine lebendige Kraft bei, diese Zeit mag nun so kurz, oder so lang sein, wie man wolle. **)

§ 26.

Beweis eben desselben aus dem Gesetze der Continuität.

Was ich jetzt erwiesen habe, ist eine ganz genaue Folge aus dem Gesetze der Continuität, dessen

*) Nach der Regel *posita ratione ponitur rationatum.*

**) Der kurze Inhalt dieses Beweises ist folgender. Die Zeit, die sich zwischen dem Anfange der Bewegung und dem Augenblicke, darin der Körper anstößt, befindet, kann so viel kürzer gedacht werden, als beliebig ist, ohne daß sich dadurch verstehen läßt, daß die Bedingung der lebendigen Kraft sich dadurch verlieren werde (§ 24); nun ist aber diese Abkürzung ein Grund, woraus verstanden werden kann, daß, wenn man sie fortsetzete, der Körper endlich werde im Anfangspunkte sein, wo die lebendige Kraft sich wirklich verlieret und dagegen die Bedingung zur todten einfindet; es ist also die Verkleinerung dieser Zeit kein Grund, der der Bedingung der lebendigen Kraft etwas entziehet, und ist doch zugleich ein Grund hiezu, welches sich widerspricht.

weitläuftigen Nutzen man vielleicht noch nicht genug hat kennen gelernet. Der Herr von Leibniz, der Erfinder desselben, machte ihn zum Probirstein, an dem die Gesetze des Cartes die Probe nicht hielten. Ich halte es für den größten Beweis seiner Vortrefflichkeit, daß er fast allein ein Mittel darbietet, das berufenste Gesetze der ganzen Mechanik recht aufzudecken und in der wahren Gestalt zu zeigen.

Man darf nur seine Aufmerksamkeit auf die Art und Weise richten, wie Herr von Leibniz sich dieses Grundsatzes gegen Cartesen bedienet hat, so wird man leicht wahrnehmen, wie er hier müsse angewandt werden. Er beweiset, diejenige Regel, die da statt hat, wenn ein Körper gegen einen stößt, der in Bewegung ist, müsse auch bleiben, wenn er wider einen anläuft, der in Ruhe ist; denn die Ruhe ist von einer sehr kleinen Bewegung nicht unterschieden. Was da gilt, wenn ungleiche Körper gegen einander laufen, das muß auch gelten, wenn die Körper gleich sind; denn eine sehr kleine Ungleichheit kann mit der Gleichheit verwechselt werden.

Auf diese Weise schließe ich auch: was da überhaupt gilt, wenn ein Körper sich eine Zeit lang beweget hat, das muß auch gelten, wenn gleich nur die Bewegung im Anfange ist, denn eine sehr kleine Dauer der Bewegung ist von dem bloßen Anfange derselben nicht unterschieden, oder man kann sie füglich verwechseln. Hieraus folgere ich: wenn der Körper überhaupt alsdenn eine lebendige Kraft hat, wenn er sich eine Zeit lang (sie sei so kurz, als man will), beweget hat, so muß er sie auch haben, wenn er sich erst anfängt zu bewegen. Denn es ist einerlei, ob er eben erst anfängt, oder etwa schon eine ungemein kleine Zeit fortfähret, sich zu bewegen. Und also schließe ich: weil aus dem Leibnizischen Gesetze der Kräftenschätzung diese Ungereimtheit folgt, daß selber im Anfangspunkte der Bewegung die Kraft lebendig sein würde, so könne man ihm nicht beipflichten.

Es ist leicht wahrzunehmen, wie sehr sich der Verstand dawider setzet, wenn dieses Gesetze ihm in dem rechten Lichte der Deutlichkeit vorgelegt wird.

Es ist unmöglich, sich zu überreden, daß ein Körper, der im Punkte *A* eine todte Kraft hat, eine lebendige, die unendlichmal größer ist, wie die todte, haben sollte, wenn er sich nur um eine unmerklich kleine Linie von diesem Punkte entfernet hat. Dieser Sprung der Gedanken ist zu plötzlich, es ist kein Weg, der uns von der einen Bestimmung zur andern überführet.

§ 27.

Die in der Bewegung verflossene Zeit, mithin auch die Wirklichkeit der Bewegung ist nicht die wahre Bedingung, unter der dem Körper eine lebendige Kraft zukommt.

Man habe wohl auf das Acht, was hieraus fließet. Die verflossene Zeit, wenn sie undeterminirt vorgetragen wird, kann keine Bedingung zur lebendigen Kraft sein; und dies habe ich vorher erwiesen; aber wenn sie gleich determinirt und auf eine gewisse Größe eingeschränkt vorgetragen wird, so kann sie doch nicht die eigentliche Bedingung der lebendigen Kraft abgeben, und dieses beweise ich jetzt folgendergestalt.

Gesetzt, man könnte erweisen, daß ein Körper, der diese Geschwindigkeit hat, nach einer Minute eine lebendige Kraft haben werde, und daß diese Minute diejenige Bedingung sei, unter der ihm diese Kraft zukommt; so würde, wenn die Größe dieser Zeit verdoppelt würde, alles dasjenige in dem Körper doppelt sein, was vorher, nur einzeln genommen, in ihn schon eine lebendige Kraft setzte. Es setzte aber die Größe der ersten Minute zu der Kraft des Körpers eine neue Dimension hinzu (*per hypothesin*); also wird die Größe von zwei Minuten, weil sie die Bedingungen, die die erstere in sich enthielt, verdoppelt in sich begreift, zu der Kraft des Körpers eine Dimension mehr hinzu setzen. Der Körper also, der seine Bewegung frei fortsetzet, wird im Anfangspunkte derselben zwar nur eine Kraft von einer Dimension und nach Verfließung einer Minute eine Kraft von zwei Abmessungen haben; allein bei der zweiten Minute

hat seine Kraft drei Abmessungen, bei der dritten vier, bei der vierten fünf und so ferner. Das heißt: seine Kraft wird bei einförmiger Bewegung bald die Geschwindigkeit schlechthin, bald das Quadrat derselben, bald den Würfel, bald das Quadratoquadrat u. s. w. zum Maße haben; welches solche Ausschweifungen sind, die niemand unternehmen wird zu vertheidigen.

Man darf an der Richtigkeit dieser Schlüsse nicht zweifeln. Denn wenn man verlanget, daß eine Zeit von bestimmter Größe, die von dem Anfange der Bewegung eines Körpers bis zu einem gewissen Punkte verfliesset, die Bedingungen der lebendigen Kraft ganz und gar in sich fasse: so kann man auch nicht leugnen, daß in einer zweimal größeren Zeit auch zweimal mehr von diesen Bedingungen sein würden, denn die Zeit hat keine andere Bestimmungen wie ihre Größe. Und wenn daher eine einfache Zeit der zureichende Grund ist, eine neue Dimension in die Kraft eines Körpers hineinzubringen: so wird eine zwiefache Zeit zwei solcher Dimensionen setzen (nach der Regel: *rationata sunt in proportione rationum suarum*). Man kann noch hinzu setzen: daß die Zeit nur deswegen eine Bedingung zur lebendigen Kraft sein konnte, weil der Körper bei der Verfließung derselben sich von der Bedingung der todten, welche in dem Anfangsaugenblicke bestehet, entfernet; und deswegen diese Zeit eine bestimmte Größe haben müsse, weil er in weniger Zeit sich von den Bestimmungen der todten Kraft nicht genugsam entfernet haben würde, als es die Größe einer lebendigen Kraft erfordert. Da er sich nun in einer größeren Zeit von dem Anfangsaugenblicke, d. i. von der Bedingung der todten Kraft, immer weiter entfernet: so müßte die Kraft des Körpers ins unendliche, je länger er sich beweget, auch bei seiner einförmigen Geschwindigkeit immer mehr und mehr Abmessungen erlangen; welches ungereimt ist.

Es ist also erstens die Abwesenheit der Wirklichkeit der Bewegung nicht die wahre und rechte Bedingung, welche der Kraft eines Körpers die Schätzung der schlechten Geschwindigkeit zueignet.

Zweitens: weder die Wirklichkeit der Bewegung überhaupt und die damit verknüpfte allgemeine und unbestimmte Betrachtung der verflossenen Zeit, noch die bestimmte und gesetzte Größe der Zeit ist ein zureichender Grund der lebendigen Kraft und der Schätzung derselben nach dem Quadrat.

§ 28.

Die Mathematik kann die lebendigen Kräfte nicht erweisen.

Wir wollen aus dieser Betrachtung zwei Folgen von Wichtigkeit ziehen.

Die erste ist: daß die Mathematik niemals einige Beweise zum Vortheil der lebendigen Kräfte darbieten könne, und daß eine auf diese Weise geschätzte Kraft, wenn sie sonst gleich statt hat, dennoch zum wenigsten außerhalb dem Gebiete der mathematischen Betrachtung sei. Jedermann weiß es, daß, wenn man in dieser Wissenschaft die Kraft eines mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegten Körpers schätzen will, man an keinen bestimmten Augenblick der in der Bewegung verflossenen Zeit gebunden sei, sondern daß in Absicht auf diese Einschränkung alles unbestimmt und gleichgültig sei. Es ist also die Schätzung der Kraft bewegter Körper, die die Mathematik darreichet, von der Art, daß sie sich über alle Bewegungen überhaupt erstreckt, die Zeit, die darüber verflossen ist, mag so kurz sein, wie man wolle, und daß sie uns hierin gar keine Grenzen setzet. Eine Schätzung von der Art aber gehet auch auf die Bewegung der Körper, die im Anfange ist (§ 25. 26) und die also todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maße hat. Und da die lebendigen Kräfte mit den todten zugleich unter einerlei Schätzung nicht begriffen sein können: so siehet man leicht, daß die erstere von einer mathematischen Betrachtung gänzlich ausgeschlossen sind.

Überdem betrachtet die Mathematik in der Bewegung eines Körpers nichts wie die Geschwindig-

keit, die Masse und noch etwa die Zeit, wenn man sie dazu nehmen wollte. Die Geschwindigkeit ist niemals ein Grund der lebendigen Kraft; denn der Körper, wenn er gleich nach der Meinung der Leibnizianer eine lebendige Kraft besäße, würde sie doch nicht in allen Augenblicken seiner Bewegung haben können, sondern es würde eine Zeit nach dem Anfange derselben sein, darinnen er sie noch nicht hätte, ob in ihm gleich alle Geschwindigkeit schon vorhanden wäre (§ 25. 26). Die Masse ist noch viel weniger ein Grund zu derselben. Endlich haben wir eben dasselbe auch von der Zeit erwiesen. Es hat also die Bewegung eines jeden Körpers, besonders genommen, nichts in sich, was in einer mathematischen Erwägung eine ihr beiwohnende lebendige Kraft anzeigte. Weil nun alle Schlüsse, die man von demjenigen macht, was ein Körper thut, der in Bewegung ist, aus denen Notionen müssen hergeleitet werden, die in der Betrachtung der Geschwindigkeit, der Masse und der Zeit begriffen sind, so werden sie, wenn sie richtig herausgezogen sind, keine Folgerungen darbieten, die die lebendigen Kräfte festsetzen. Und wenn es scheint, daß sie ihnen diesen Dienst leisten, so traue man diesem Scheine nicht, denn es würde alsdenn in den Folgerungen mehr enthalten sein, als die Grundsätze in sich fasseten, d. i. das rationatum würde größer sein als seine ratio.

Nach so vielfältigen und großen Bemühungen, die sich die Geometrer dieser beiden Jahrhunderte gemacht haben, die Streitsache des Cartes und des Herrn von Leibniz durch die Lehren der Mathematik abzuthun, scheint es sehr seltsam zu sein, daß ich anfange dieser Wissenschaft die Entscheidung derselben abzusprechen. Man hat zwar eine Zeit her gestritten, ob diese Wissenschaft Cartesens Gesetze günstig sei, oder ob sie die Partei des Herrn von Leibniz vertheidige. Allein bei diesem Zwiespalte ist jedermann darin einig: daß man es, um die Streitfrage der Kräftenschätzung recht aufzulösen, auf den Ausspruch der Mathematik müsse ankommen lassen. Es ist wunderbar genug: daß so große Schlußkünstler auf solche Abwege gerathen sein sollten, ohne wahr-

zunehmen, oder auch nur daran zu gedenken, ob dieses auch der Weg sei, der sie zum Besitz der Wahrheit führen könne, welcher sie nachgespüret haben. Allein hier dünkt mich, daß ich Gründe finde, die mich nöthigen, alles das Wunderbare in den Wind zu schlagen, und wohin sollte ich mich nach ihrem Ausspruche weiter wenden?

Die Mathematik bestätiget schon ihrer Natur nach Cartesens Gesetze.

Die zweite Folge, die ich aus den vorhergehenden Betrachtungen ziehe, ist diese: daß die Gründe der Mathematik, an statt den lebendigen Kräften günstig zu sein, vielmehr Cartesens Gesetze immer bestätigen werden. Dieses muß aus den Sätzen dieses §phi schon klar sein, und ich kann noch hinzusetzen: daß die mathematische Größen, die Linien, Flächen u. s. w., eben dieselbe Eigenschaften haben, wenn sie noch so klein sind, als wenn sie wer weiß was für eine Größe haben; und daher aus den kleinsten mathematischen Größen, aus dem kleinsten Parallelogramm, aus dem Fall eines Körpers durch die kleinste Linie, eben dieselbe Eigenschaften und Folgerungen müssen hergeleitet werden können, als dem größten von diesen Gattungen. Wenn nun eine Linie, die eine Bewegung anzeiget, wie sie alsbald nach dem Anfange beschaffen ist, eben dieselbe Bestimmungen und Eigenschaften, auch eben dieselbe Folgerungen hat, als diejenige Linie, die eine Bewegung lange nach dem Anfange andeutet: so wird die Kraft, die man in einer mathematischen Betrachtung der Bewegung eines Körpers herausbringt, niemals andere Eigenschaften haben, als diejenige hat, die auch in der kleinesten Zeit, das ist in einer unendlich kleinen Zeit, von dem Anfangsaugenblicke an in dem Körper vorhanden ist. Da dieses nun eine todte Kraft ist und daher das Maß der schlechten Geschwindigkeit an sich hat, so werden alle und jede mathematisch erwogene Bewegungen keine andere Schätzung als einzig und allein die nach der bloßen Geschwindigkeit darlegen.

§ 29.

Wir wissen demnach, noch ehe wir uns in eine nähere Untersuchung der Sache einlassen, daß Leibnizens Anhänger, weil sie sich mit solchen Waffen vertheidigen wollen, die von der Natur ihrer Sache weit entfernet sind, in dem berüchtigten Streite wider Cartesen unterliegen werden. Nach dieser allgemeinen Betrachtung wollen wir die Beweise insbesondere in Erwägung ziehen, deren sich Leibnizens Partei hauptsächlich in dieser Streitsache bedienet hat.

Der Herr von Leibnitz ist durch dasjenige, was man bei dem Falle der Körper durch ihre Schwere wahrnimmt, zuerst auf seine Meinung geleitet worden. Allein es war ein unrecht angewandter Grundsatz des Cartes, der ihn zu einem Irrthum führete, welcher nach der Zeit vielleicht der scheinbarste geworden, welcher sich jemals in die menschliche Vernunft eingeschlichen hat. Er setzte nämlich folgenden Satz fest: Es ist einerlei Kraft nöthig, einen vier Pfund schweren Körper einen Schuh hoch zu heben, als einen einpfündigen vier Schuhe.

§ 30.

Der Satz, der den Herrn von Leibniz zuerst auf die lebendigen Kräfte gebracht hat.

Weil er sich auf den Beifall aller Mechaniker seiner Zeit beruft, so dünkt mich, er habe diesen Satz aus einer Regel des Cartes gefolgert, deren dieser sich bediente, die Natur des Hebels zu erklären. Cartes nahm an, daß die an einen Hebel angehangene Gewichte die unendlich kleinen Räume durchliefen, die in ihrer Entfernung vom Ruhepunkte können beschrieben werden. Nun sind zwei Körper alsdenn im Gleichgewichte, wenn diese Räume gegen einander umgekehrt wie die Gewichte der Körper sind; und also, schloß Leibniz, ist nicht mehr Kraft nöthig, einen Körper von einem Pfunde zur Höhe vier zu erheben, als einen andern, dessen Masse vier ist, zur einfachen Höhe. Man wird leicht gewahr, daß diese Schlußfolge aus Cartesens Grundregel nur

alsdenn herfließe, wenn die Zeiten der Bewegung gleich sind. Denn bei der Schnellwage sind diese Zeiten einander gleich, darin die Gewichter ihre unendlich kleine Räume durchlaufen würden. Der Herr von Leibniz ließ diese Bedingung aus der Acht und schloß auch auf die Bewegung in Zeiten, die einander nicht gleich sein.

§ 31.

Des Herrn Hermanns Beweis, daß die Kräfte wie die Höhen sind, die sie durch dieselben erreichen können.

Die Vertheidiger dieses Mannes scheinen den Einwurf gemerkt zu haben, den man ihnen wegen der Zeit machen könnte. Daher haben sie ihre Beweise so einzurichten gesucht, als wenn der Unterscheid der Zeit bei der Kraft, welche die Körper durch den Fall erlangen, durchaus vor nichts anzusehen sei.

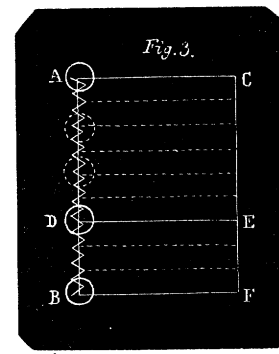


Fig. 3.

Es sei die unendliche Feder AB (Fig. 3), welche die Schwere vorstellet, die den Körper in währendem Falle aus A in B verfolget: so, sagt Herr Hermann, werde die Schwere dem Körper in jedem Punkte des Raumes einen gleichen Druck mittheilen. Diese Drucke bildet er durch die Linien AC, DE, BF u. s. w. ab, die zusammen das Rectangulum AF ausmachen. Der Körper hat also nach seiner Meinung, wenn er den Punkt B erreicht hat, eine Kraft, die der Summe aller dieser Drucke, d. i. dem Rectangulo AF, gleich ist. Es verhält sich also die Kraft D zur Kraft in B, wie das Rectangulum AE zum Rectangulo AF, d. i. wie der durchgelaufene Raum AD zum Raum AB, mithin wie die Quadrate der Geschwindigkeiten in D und B.

So schließt Herr Hermann, indem er behauptet,

daß die Wirkung, welche die Schwere in einem Körper thut, welcher frei fällt, sich nach dem Raume richte, den er im Fallen zurück legt.

Die Cartesianer hingegen behaupten, daß die Wirkung der Schwere nicht denen in aufgehaltener Bewegung zurückgelegten Räumen, sondern den Zeiten proportionirt sei, in welchen der Körper entweder fällt oder zurück steigt. Ich werde jetzt einen Beweis geben, der die Meinung der Cartesianer außer Zweifel setzen wird, und daraus man zugleich wird einsehen lernen, worin der scheinbare Beweis des Herrn Hermanns fehle.

§ 32.

Beweis, der den Fall des Herrn Hermanns widerlegt.

Es ist gleich viel Kraft nöthig, eine einzige von den fünf gleich gespannten Federn *A*, *B*, *C*, *D*, *E* (Fig. 4) eine Secunde lang zuzudrücken, als sie alle fünfe nach und nach binnen eben dieser Zeit zuzudrücken. Denn man theile die Secunde als die Zeit, wie lange der Körper *M* die Feder *A* zugedrückt hält, in fünf gleiche Theile; an statt daß nun *M* alle diese fünf Theile der Secunde hindurch auf die Feder *A* losdrückt, so nehme man an, daß er die Feder *A* nur in dem ersten Theil der Secunde drücke, und daß in dem zweiten Theil der Secunde an statt der Feder *A* die andere, *B*, die gleichen Grad der Spannung hat, untergeschoben werde, so wird in der Kraft, die *M* zu drücken brauchet, bei dieser Verwechslung kein Unterscheid anzutreffen sein. Denn die Federn *B* und *A* sind in allem vollkommen gleich, und also ists einerlei, ob in dem zweiten Secundtheile annoch dieselbe Feder *A* oder ob *B* gedruckt werde. Eben so ist es gleich viel, ob M in dem dritten Theil der Secunde die dritte Feder *C* spanne, oder ob er in diesem Zeittheile annoch auf die vorige, *B*, drückte; denn man

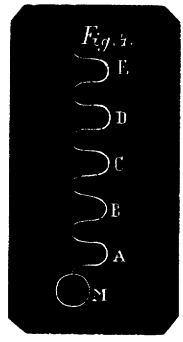


Fig. 4.

kann eine Feder an der andern Stelle setzen, weil sie nicht unterschieden sein. Es wendet also der Körper *M* so viel Kraft an, die einzige Feder *A* eine ganze Secunde lang zugedrückt zu halten, als er braucht, fünf solcher Federn binnen eben dieser Zeit nach und nach zu spannen. Eben dieses kann gesagt werden, man mag die Menge der Federn auch ins unendliche vermehren, wenn die Zeit des Druckes nur gleich ist. Es ist also nicht die Menge der zugedrückten Federn, wornach die Kraft des Körpers, der sie alle spannet, abgemessen wird, sondern die Zeit der Drückung ist das rechte Maß.

Jetzt laßt uns die Vergleichung, die Herr Hermann zwischen der Wirkung der Federn und dem Druck der Schwere anstellet, annehmen, so werden wir finden, daß die Zeit, wie lange die Kraft des Körpers der Schwere widerstehen kann, und nicht der zurückgelegte Raum dasjenige sei, wornach die ganze Wirkung des Körpers müsse geschätzt werden.

Dieses ist also der erste Versuch, der, wie ich glaube, dasjenige bestätigt, was ich oben gesagt habe, daß nämlich Cartesens Meinung in mathematischen Beweisen das Gesetze des Herrn von Leibniz übertreffe.

§ 33.

Der Cartesianer Fehler in Behauptung eben derselben Sache.

Ich finde in dem Streite der Cartesianer wider die Vertheidiger der lebendigen Kräfte, den die Frau Marquisin von Chastelet mit vieler Beredsamkeit ausgeführet hat, daß sich jene auch des Unterscheides der Zeit bedienet haben, um die Schlüsse der Leibnizianer von dem Falle der Körper unkräftig zu machen. Allein aus demjenigen, was sie aus der Schrift des Herrn von Mairan gegen die neue Schätzung der Kräfte anführet, sehe ich, daß ihm der wahre Vortheil unbekannt gewesen sei, den er aus dem Unterscheide der Zeit hätte ziehen können, und den ich im vorhergehenden § angezeigt zu haben glaube, welcher gewiß so einfach und deutlich ist,

daß man sich wundern muß, wie es möglich gewesen, ihn bei einem solchen Lichte des Verstandes nicht wahrzunehmen.

Es ist gewiß recht seltsam, wie weit sich diese Männer verirret haben, indem sie einem wahren Gesetze der Natur nachgingen, daß nämlich die Kraft, die die Schwere einem Körper raubet, der Zeit und nicht dem Raum proportionirt sei. Nachdem sie sich so weit vergangen, daß sie den Leibnizianern zugegeben, ein Körper könne mit doppelter Geschwindigkeit vierfache Wirkung thun, nachdem sie, sage ich, ihre Sache so verdorben haben, so sind sie genöthigt, sich mit einer ziemlich schlechten Ausflucht zu retten, daß nämlich der Körper zwar eine vierfache Wirkung, aber nur in doppelter Zeit thue. Sie dringen daher ungemein ernstlich darauf, daß die Kräfte zweier Körper nach den Wirkungen geschätzt werden müssen, die sie in gleichen Zeiten thun, und daß man darauf gar nicht zu sehen habe, was sie etwa in ungleichen Zeiten ausrichten können. Man hat dieser Ausflucht mit unendlicher Deutlichkeit begegnet, und ich begreife nicht, wie es möglich gewesen ist, sich dem Zwange der Wahrheit noch ferner zu widersetzen.

Wir sehen aber auch hieraus, daß es eigentlich nur die Fehlschlüsse der Cartesianer sind, welche Leibnizens Partei triumphiren machen, und daß sie den Streit gar nicht durch die Schwäche ihrer Sache verlieren. Sie würden allemal die Oberhand behalten, wenn sie die rechte Waffen ergreifen möchten, die ihnen die Natur der Sache eigentlich darbietet.

§ 34.

Ein Zweifel des Herrn Lichtscheids wird gehoben.

Ich habe erwiesen, daß die Wirkungen, welche die Schwere ausübet, und der Widerstand, den sie im Hinaufsteigen verübet, sich wie die Zeit verhalte, welche die Körper in der Bewegung zubringen. Allein ich besinne mich auf einen Fall, der vielleicht scheinbar gnug ist, diesen Satz bei einigen zweifelhaft zu

machen. Herr Lichtscheid bemerket in den Actis Erudit., wenn man einen Perpendikel (Fig. 5) aus *D* auf eine solche Art fallen läßt, daß sich der Faden an dem Widerhalte *E* anleget, mithin, indem er aus *B* in *C* wieder in die Höhe steiget, einen kleinern Cirkel beschreibet, so erlange er doch vermöge seiner in *B* erhaltenen Geschwindigkeit wieder die Höhe *CF*, welche der Höhe *DG* gleich ist, von der er herunter gefallen. Es ist aber die Zeit, die der Perpendikel im Falle durch den Bogen *DB* zubringt, länger, als die Zeit, in der er bis zu *C* wieder in die Höhe steigt. Also hat die Schwere dorten in den Perpendikel länger, als wie hier gewirket. Man sollte nun denken, wenn

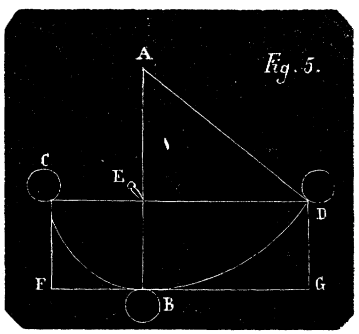


Fig. 5.

es wahr ist, was ich vorher erwiesen habe, daß die Schwere in größern Zeiten größere Wirkung thue, so habe der Körper in *B* eine größere Geschwindigkeit erhalten müssen, als die Schwere in der Bewegung aus *B* in *C* ihm wieder zu nehmen im Stande ist. Er müßte also vermittelst dieser Geschwindigkeit vermögend sein, sich noch über den Punkt *C* hinauf zu schwingen, welches doch nach den Beweisen des Herrn Lichtscheids falsch ist.

Wenn man aber nur bedenket, daß der Faden *AB* dem Körper, indem er sich aus *D* in *B* beweget, stärker entgegen gesetzt ist und den Fall durch seine Schwere mehr hindert, als der Faden *EB* oder *EC* in dem Falle aus *C* in *B*: so lässet sich auch leicht be-

greifen, daß das Element der Kraft, welches sich in allen Augenblicken des Hinabsteigens aus *D* in *B* in den Körper häufet und sammlet, kleiner sei wie die elementarische Kraft, die die Schwere im Gegentheil in den Körper *C* jedweden Augenblick hineinbringt, wenn er aus *C* in *B* hinabsinket. Denn da es einerlei ist, ob ein Körper, der an einen Faden befestiget ist, durch den Zurückhalt *A* genöthiget werde, den Cirkelbogen *DB* oder *CB* durchzulaufen, oder ob er auf einer eben so gekrümmten Fläche *BD CB* frei hinab kugele, so kann man sich vorstellen, als wenn der Fall, von dem wir reden, auf zwei solchen hohlen mit einander verbundnen Flächen wirklich geschehe. Nun ist die Fläche *DB* stärker gegen die Horizontallinie geneigt als die andere, *CB*, mithin ist in jener der Körper zwar den Antrieben der Schwere länger ausgesetzt, als in dieser, allein die Fläche hindert davor auch einen größeren Theil der Schwere, die bemühet ist, sich dem Körper einzuverleiben, als es die andere, *CB*, thut.

Ich hätte der Auflösung dieses Einwurfs überhoben sein können, weil die Anhänger des Herrn von Leibniz seine Schwäche selber wahrgenommen zu haben scheinen, da ich nirgends finde, daß sie sich desselben bedienet hätten. Allein Herr von Leibniz, der von Herrn Lichtscheiden zum Richter seiner Abhandlung erwählt worden war, ertheilet derselben einen rühmlichen Beifall, und sein Ansehen ist es, welches ihm einiges Gewicht beilegen könnte.

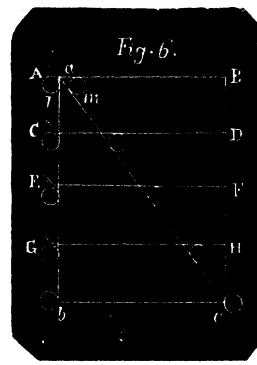
§ 35.

Ehe ich die Materie von dem Falle der Körper durch ihre Schwere verlasse, will ich den Vertheidigern der lebendigen Kräfte noch einen Fall aufzulösen geben, der, wie mich dünkt, hinlänglich darthun soll, daß die Betrachtung der Zeit von der Schätzung der Kraft, die die Schwere in einen Körper hineinbringt, unmöglich ausgeschlossen werden könne, wie Herr von Leibniz und die Vertheidiger desselben uns bis daher haben überreden wollen.

§ 36.

Neuer Fall, der darthut, daß in der Schätzung der Kraft, die durch die Schwere entstehet, die Zeit nothwendig mit müsse in Erwägung gezogen werden.

Der Fall ist folgender: Ich stelle mir auf die den Cartesianern und Leibnizianern gewöhnliche Art die Drucke der Schwere, die einem Körper von der Höhe *ab* (Fig. 6) bis zur Horizontallinie *bc* mitgetheilet werden, durch die unendliche Anzahl Blechfedern *AB*, *CD*, *EF*, *GH* vor. Ferner setze ich einen Körper *m* auf die schiefe Fläche *ac*, und einen andern, *l*, lasse ich von *a* in *b* frei herunter fallen. Wie werden nun die Leibnizianer die Kraft des Körpers *m*, der durch den Druck der Federn die schiefe Fläche *ac* herunter getrieben wird, am Ende dieses schrägen Falles in *c* schätzen? Sie können nicht anders, als das Product aus der Menge Federn, die den Körper aus *a* bis in *c* antreiben, in die Kraft, die jede Feder demselben nach der Richtung *ac* eindrücket, zum Maße angeben, denn dieses erfordert ihr Lehrgebäude, wie wir aus dem Falle des Herrn Hermanns (§ 31) gesehen haben. Und eben so werden sie auch die Kraft, die sich in dem andern Körper *l* findet, der von *a* bis in *b* frei fällt, durch das Factum aus der Menge Federn, von denen er fortgetrieben worden, in die Intensität, womit jede ihn fortgestoßen hat, zu schätzen genöthiget. Es ist aber die Anzahl Federn von beiden Seiten sowohl die schiefe Fläche *ac*, als die Höhe *ab* hindurch gleich, also bleibt nur die Stärke der Kraft, die jede Feder in beiden Fällen in ihren Körper hineinbringt, zum wahren Maße der in *b* und *c* erlangten Kräfte der Körper *l* und *m* übrig. Diese Stärke, womit eine jede von denen Blechfedern den



Körper *m* nach der Richtung der schiefen Fläche *ac* drucket, verhält sich zu der Intensität des Druckes eben dieser Blechfedern auf den Körper *l* nach der Richtung seiner Bewegung *ab*, wie *ab* zu *ac*, wie uns die erste Anfangsgründe der Mechanik lehren. Es wird also die Kraft, die der Körper *l* am Ende des Perpendicular-Falles in *b* hat, zu der Kraft, die *m* am Ende des schiefen Falles in *c* hat, sich wie *ac* zu *ab* verhalten; welches ungereimt ist, denn beide Körper haben in *b* und *c* gleiche Geschwindigkeiten und also auch gleiche Kräfte.

Die Cartesianer entgehen diesem Einwurfe, indem sie die Zeit mit herbeiziehen. Denn obgleich jede Feder in den Körper *m* auf der schiefen Fläche *ac* weniger Kraft hineinbringet (weil ein Theil durch den Widerstand der Fläche verzehret wird), so wirken davor diese Federn in den Körper *m* viel länger als in den Körper *l*, der ihrem Drucke eine viel kürzere Zeit ausgesetzet ist.

§ 37.

Nachdem ich erwiesen habe, daß die Betrachtung derer durch die Schwere fallenden Körper den lebendigen Kräften auf keinerlei Weise vortheilhaft sei, so ist es Zeit eine andere Gattung von Beweisen in Erwägung zu ziehen, auf die sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte jederzeit sehr viel zu gute gethan haben. Es sind diejenige, die ihnen die Lehre von der Bewegung elastischer Körper darzubieten scheinet.

§ 38.

Es sind in der Trennung, die des Herrn von Leibnitz Kräftenschätzung in der Welt veranlasset hat, so viel Verblendungen und Abwege unter den Geometrern entstanden, als man bei so großen Schlußkünstlern kaum vermuthen sollte. Die Nachrichten, die man uns von allen den Vorfällen dieses berüchtigten Streites aufbehalten wird, werden dereinst in der Geschichte des menschlichen Verstandes eine sehr nutzbare Stelle einnehmen. Keine Betrachtung ist siegreicher über die Einbildung derjenigen, die die Rich-

tigkeit unserer Vernunftschlüsse so sehr erheben, als solche Verführungen, denen die scharfsinnigsten Meister der Geometrie in einer Untersuchung nicht haben entgehen können, die ihnen vor andern Deutlichkeit und Überzeugung hätte gewähren sollen.

Es wäre unmöglich gewesen, auf solche Abwege zu gerathen, wenn die Herren Leibnizianer sich hätten die Mühe geben wollen, auf die Construction derer Beweise selber ihre Aufmerksamkeit zu richten, die sie jetzt als unüberwindliche Beweisthümer vor die lebendige Kräfte ansehen.

§ 39.

Die Summe aller Beweise, die aus der Bewegung elastischer Körper hergenommen sind.

Fast alle Beweise, zum wenigsten die scheinbarsten unter denen, die man für die lebendigen Kräfte von der Bewegung elastischer Körper durch den Stoß entlehnet hat, sind auf folgende Art entsprungen. Man hat die Kraft, die sich in ihnen nach verübtem Stoße befindet, mit der Kraft vor dem Anstoße verglichen. Jene ist größer befunden worden als diese, wenn man sie nach dem Product aus der Masse in die Geschwindigkeit geschätzet hat; allein nur alsdenn zeigte sich eine vollkommene Gleichheit, wenn man an statt der schlechten Geschwindigkeit das Quadrat derselben setzete. Hieraus haben die Herren Leibnizianer geschlossen, ein elastischer Körper würde nie vermögend sein, in diejenige, die er stößt, so viel Bewegung hineinzubringen, als wirklich geschiehet, wenn seine Kraft nur schlechthin wie seine Geschwindigkeit wäre; denn nach diesem Maße sei die Ursache immer kleiner, als die hervorgebrachte Wirkung.

§ 40.

Die Leibnizianer widerlegen ihre Schlüsse durch ihre eigene mechanische Lehrgebäude.

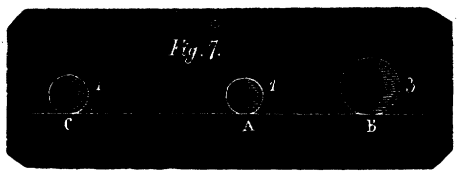
Dieser Schluß wird durch die Lehrsätze derjenigen selber, die sich desselben bedient haben, voll-

kommen widerleget. Ich will Wrens', Wallis', Huygens' und anderer mechanische Entdeckungen nicht anführen. Der Herr Regierungsrath und Freiherr von Wolf soll mein Gewährsmann sein. Man sehe seine Mechanik, die in aller Händen ist, man wird darin Beweise finden, die keinen Zweifel mehr übrig lassen, daß die elastische Körper, dem Gesetze von der Gleichheit der Wirkungen und der Ursache ganz gemäß, alle die Bewegungen andern Körpern ertheilen, ohne daß man nöthig hat, in ihnen eine andere Kraft, als die bloße Geschwindigkeit zu setzen. Ich kann noch dazu thun, daß man die lebendigen Kräfte gar nicht, auch nicht dem Namen nach kennen darf, ohne daß dieses im gringsten hinderlich sein sollte, zu erkennen, daß von der Kraft eines federharten Körpers in dem Anlaufe gegen andere gleichartige die und die Bewegungen herfließen werden, die jedweder aus derselben herleitet. Ist es nicht seltsam, nach einem geometrischen Beweise, darin man die nach der bloßen Geschwindigkeit geschätzte Kraft hinlänglich befunden, eine gewisse Größe der Bewegung in andern Körpern daraus herzuleiten, ich sage, nach einem solchen Beweise, sich noch den Gedanken einkommen zu lassen, daß diese Kraft nicht groß genug dazu sei? Heißt dieses nicht, alles widerrufen, was einmal in aller Strenge erwiesen worden, und das bloß wegen einer gringen Anscheinung zum Gegentheil? Ich bitte diejenige, die diese Blätter lesen, nur die Mechanik, die ich angeführt habe, hiemit zusammen zu halten, sie können nichts anders als die größte Überzeugung fühlen: daß sie gar keinen Begriff von der Schätzung nach dem Quadrate nöthig haben, um in aller Strenge diejenigen Folgen und Bewegungen zu finden, die man den federharten Körpern zuzueignen pfleget. Wir wollen uns also von diesem Fußsteige durch alle Verführungen nicht ableiten lassen. Denn was in einem geometrischen Beweise als wahr befunden wird, das wird auch in Ewigkeit wahr bleiben.

§ 41.

Der Fall des Herrn Hermanns von dem Stoße dreier elastischer Körper.

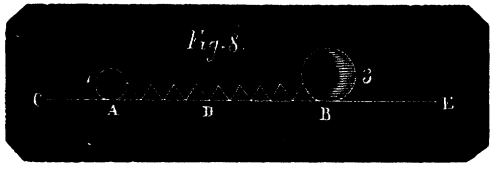
Lasset uns dasjenige in einem besonderen Falle darthun, was wir überhaupt erwiesen haben. Herr Hermann lässet in der Abhandlung, die er zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte verfertiget hatte, einen Körper (Fig. 7) *A*, dessen Masse 1 und die Geschwindigkeit 2 ist, auf einer vollkommen glatten Fläche eine Kugel *B*, die ruhig und deren Masse 3 ist, nachher aber, indem *A* von der Kugel *B* abprellet und mit einem Grade Geschwindigkeit wieder zurückkehret, eine Kugel *C*, die 1 zur Masse hat, stoßen. Die



Kugel *A* wird der Kugel *B* einen Grad Geschwindigkeit und dem Körper *C* auch einen mittheilen, und alsdenn wird sie sich in Ruhe befinden. Herr Hermann schließt hieraus, wenn die Kräfte nur wie die Geschwindigkeiten wären, so würde *A* vor dem Stoße eine Kraft wie 2 haben, nach dem Stoße aber würde sich in den Körpern *B* und *C* zusammen eine vierfache Kraft befinden, welches ihm ungereimt zu sein scheint.

Wir wollen untersuchen, wie der Körper *A* mit einer Kraft wie 2 in die Körper *B* und *C* eine vierfache Kraft ohne ein Wunderwerk hineinbringen könne, oder ohne daß es nöthig sei, die lebendigen Kräfte zu Hülfe zu rufen. Man stelle sich die elastische Kraft des Körpers (Fig. 8) *A*, die durch den Stoß wirksam wird, durch die Feder *AD* und die Elasticität der Kugel *B* durch die Feder *DB* vor. Wir wissen nun aus den ersten Gründen der Mechanik: daß der Körper *A* in die Kugel *B* vermittelst der Federn

so lange noch immer neue Drückungen und Kräfte hineinbringe, bis sich B und A mit gleichen Geschwindigkeiten fortbewegen, welches alsdenn geschiehet, wenn die Geschwindigkeit dieser Körper sich zur Geschwindigkeit der Kugel A vor dem Anlaufe verhält, wie die Masse A zur Summe beider Massen A und B zusammen; d. i. in dem gegenwärtigen Falle, wenn sie sich mit $^1/_2$ Geschwindigkeit in der Richtung BE fortbewegen. Niemand leugnet es, daß hierin noch die Wirkung der nach der Geschwindigkeit geschätzten Kraft proportional befunden werde. Allein laßt uns auch untersuchen, was denn mit den Federn AD und DB geschehe, indem der Körper A vermittelst ihrer in die Kugel B wirket. Weil die Feder AD in dem Punkte D eben so viel Kraft gegen die



Feder DB anwenden muß, als diese dem Körper B eindrücken soll; die Kugel B aber der Wirkung, welche in sie geschiehet, eben so stark widerstehet, so ist klar: daß die Feder DB durch die Anstrengung der andern Feder mit eben demselben Grade Kraft werde zusammen gedrückt werden, als sie in die Kugel B hineinbringet. Eben desgleichen wird die Kugel A ihre Feder AD mit eben demselben Grade zusammen drücken, womit diese im Punkte D in die Feder DB wirket; weil nämlich diese Feder der Feder AD eben so stark entgegen drücket, als diese in sie wirket, mithin auch eben so stark als die Kugel A diese seine Feder zusammen zu drücken bemühet ist. Da nun die Kraft, womit die Feder DB gespannet wird, dem Widerstande der Kugel B, mithin auch der Kraft, welche diese Kugel hiedurch empfängt, gleich ist; die Kraft der Zusammendrückung der Feder AD aber jener auch gleich ist, so sind beide so groß, als die Kraft, die der Körper B hiebei erhalten hat, d. i.

womit er sich mit einer Masse wie 3 und $^1/_2$ Grad Geschwindigkeit beweget. Wenn daher dieso beide Federn aufspringen, so giebt die Feder *DB* der Kugel *B* eine Geschwindigkeit, die der vor dem Aufspringen gleich ist, nämlich $^1/_2$; und die Feder *AD* dem Körper *B*, weil er dreimal weniger Massen hat als *B*, auch dreimal so viel Geschwindigkeit, nämlich $1 + {}^1/_2$ Grad; denn wenn die Kräfte gleich sein, so sind die Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältniß der Massen *per hypothesin*. Also hat die Kugel *B* von dem Anlaufe des Körpers *A* und hernach auch von dem Aufspringen ihrer Feder zusammen 1 Grad Geschwindigkeit in der Richtung *BE*. Die Kugel *A* aber, weil die Geschwindigkeit $^1/_2$, die in ihr nach dem Anlaufe in der Richtung *AE* noch übrig war, von derjenigen, welche die Aufspringung der Feder in sie nach der Richtung *AC* hineinbrachte, muß abgezogen werden, empfängt auch einen Grad Geschwindigkeit, womit sie sich in der Richtung *AC* fortbeweget*), welches gerade der Fall ist, den Herr Hermann vor unmöglich gehalten hat nach dem Cartesianischen Gesetze zu erklären.

Ich schließe hieraus: der Körper *A* könne mit 2 Graden Geschwindigkeit und auch mit 2 Graden Kraft die Wirkung vollkommen ausrichten, die Herr Hermann ihm abstreiten wollen; und man verletze das Gesetz von der Gleichheit der Ursachen und Wirkungen, wenn man behauptet, er habe 4 Grade Kraft gehabt und doch nur so viel ausgerichtet, als er mit 2 ausrichten können.

§ 42.

Der Grund des Irrthums in der Schlußrede des Herrn Hermanns.

Wir wollen in dem Schlusse des Herrn Hermanns noch den rechten Punkt der Falschheit auf-

*) Den Körper *C* mische ich hiebei nicht mit ein, denn weil seine Geschwindigkeit und Masse in nichts von der Masse und Geschwindigkeit der Kugel *B* unterschieden ist, so wird er von Herrn Hermann ohne Noth an statt des Körpers *B* eingeschoben.

suchen, der sich zugleich fast allenthalben findet, wo man nur die elastische Körper zum Behuf der lebendigen Kräfte hat brauchen wollen. Man hat also geschlossen: die Kräfte der Körper nach dem Stoße müssen der Kraft vor demselben gleich sein; denn die Wirkungen sind so groß wie die Ursachen, die sich erschöpft haben, sie hervorzubringen. Hieraus ersehe ich, daß sie davor gehalten haben, der Zustand und die Größe der Kraft nach geschehenem Stoße sei einzig und allein eine Wirkung der Kraft, die in dem anlaufenden Körper vor dem Anstoße befindlich war. Dieses ist der Fehltritt, dessen Folgen wir gesehen haben. Denn die Bewegungen, die eigentlich und auf eine vollständige Art von der Kraft des anlaufenden Körpers A herrühren, sind nichts mehr, als daß sich A und B da, wie die Feder zusammen gedrückt war, mit $^1/_2$ Geschwindigkeit beide fortbewegten; die Zusammendrückung der Feder war nicht sowohl eine besondere Wirkung der Kraft, womit A gegen B fortrückte, als vielmehr eine Folge von der Trägheitskraft beider Körper. Denn B konnte die Kraft $1 + {}^1/_2$ nicht erlangen, ohne eben so stark gegen die drückende Feder DB zurück zu wirken, und die Feder AD könnte also keine Kraft in B hineinbringen, ohne daß der Zustand der Gleichheit des Druckes und Gegendruckes nicht zugleich die Feder BD gespannet hätte. Ferner konnte der Körper A die Feder DB vermittelst seiner Feder AD nicht drücken, ohne daß diese eben hiedurch mit einem gleichen Grade der Intensität wäre gespannet worden. Man darf sich darüber nicht wundern, daß auf diese Weise zwei ganz neue Kräfte in die Natur kommen, die vorher in A alleine nicht befindlich waren.

In dem Augenblicke, darinnen auch unelastische Körper sich stoßen, ist mehr Kraft in der Ausübung, als vor dem Stoße war.

Dieses geschiehet wirklich jederzeit, wenn auch ein unelastischer Körper in einen andern wirket, nur daß in diesem Falle die Folgen dieser neuen

Kraft nicht wie bei federharten Körpern aufbehalten werden, sondern verloren gehen. Denn in dem Augenblicke, darin A mit der Kraft x in B wirket, empfängt nicht allein B diese Kraft nach der Richtung BE, sondern B wirket zugleich noch mit der Intensität x in A wieder zurück. Es sind also vors erste $2x$ in der Natur vorhanden: nämlich x vor den Druck der Kugel A gegen B und ebenfalls x vor den Gegendruck der Kugel B; zweitens noch x als die Kraft, die aus A in B nach der Richtung BE übertritt. Die beiden erste Gewalten werden in dem Zusammenstoße elastischer Körper angewandt, zwei Federn zu spannen, die hernach, wenn sie aufspringen, denen Körpern ihre Kräfte mittheilen. Die elastischen Körper sind daher diejenige Maschinen der Natur, welche angelegt sein, die ganze Größe der Kraft aufzubehalten, die in dem Augenblicke des Zusammenstoßes in der Natur befindlich ist; denn ohne diese würde ein Theil der Kräfte verloren gehen, die der *Conflictus* der Körper in die Welt gebracht hat.

§ 43.

Ich habe in der Auflösung des Hermannischen Falles nichts gesagt, was diesem Philosophen im Grunde des Beweises hätte unbekannt sein können; oder was die ansehnlichsten Verfechter der lebendigen Kräfte würden zu leugnen verlangen, wenn es darauf ankäme, daß sie sich deswegen erklären sollten. Herr Hermann mußte nothwendig wissen, wie man die Bewegungen, die in dem Stoße elastischer Körper entsprungen, aus ihrer bloßen Geschwindigkeit herleiten können; denn ohne dieses hätte es ihm unmöglich *a priori* bekannt sein können: daß eine Kugel von einfacher Masse in dem Stoße gegen eine dreifache mit zwei Graden Geschwindigkeit vier Grade Kraft hervorbringe. Ich sage, dieser Fall hätte ihm selber ohne die Art der Auflösung, welche wir gegeben haben, nicht bekannt sein können; denn jedermann weiß: daß man in einer mechanischen Untersuchung die Bewegungen, die ein elastischer Körper durch den Stoß hervorbringt, finde, indem man dasjenige

zuerst insbesondere suchet, was er ohne seine Federkraft thut, und hernach die Wirkung der Elasticität dazu nimmt, beides aber nach demjenigen bestimmet, was er nach Proportion seiner Masse und seiner schlechten Geschwindigkeit thun kann. Man kann nichts Stärkeres in der Art der Schlußrede, die man ein *argumentum ad hominem* nennt, gegen den Herrn Hermann und die Leibnizianer überhaupt vorbringen. Denn sie müssen entweder bekennen: daß alle Beweise, darin sie bis daher einig gewesen, den Grund von den Bewegungen zu geben, welche in dem Stoße elastischer Körper entspringen, falsch gewesen; oder sie müssen gestehen: daß ein solcher Körper allein mit der der Masse und Geschwindigkeit schlechthin zusammengenommen proportionirten Kraft die Bewegungen hervor gebracht habe, weswegen sie ihn das Quadrat der Geschwindigkeit nöthig zu haben glaubten.

§ 44.

Der Frau von Chastelet ist diese Auflösung unbekannt gewesen.

Ich werde durch den Streit der Frau Marquisin von Chastelet mit dem Herrn von Mairan überführet, daß es nicht überflüssig gewesen sei, jetzt eine ausführliche Entwickelung der Art und Weise, wie die elastische Körper durch den Stoß eine größere Quantität der Bewegung in die Welt bringen, als vor dem Stoß darin gewesen, gegeben zu haben. Denn wenn Herr von Mairan saget: Die elastische Kraft sei eine wahre Maschine der Natur u. s. w. u. s. w., daß, wenn man alle Wirkungen des Stoßes elastischer Körper besonders betrachten will, indem man dasjenige als positiv summirt, was sie in den beiden entgegen gesetzten Richtungen geben, man die neue Kraft, die daraus in der Natur zu entspringen scheinet und sich durch den Stoß äußert, keineswegs der Thätigkeit des stoßenden Körpers zuschreiben müsse, als wenn er dieselbe nur in den gestoßenen übertrüge, sondern einer fremden

Quelle der Kraft u. s. w. u. s. w., mit einem Worte, einer gewissen physikalischen Ursache der Elasticität, welche es auch immer sei, deren Wirksamkeit der Stoß nur losgemacht und so zu sagen die Feder abgedrückt hat u. s. w. u. s. w. — ich sage, wenn Herr von Mairan dieses saget, so antwortet ihm die Frau von Chastelet: es sei unnütze, es zu untersuchen, bis der Urheber dieser Meinung sich die Mühe genommen, dasjenige, was er hier behaupten wollen, auf einigen Beweis zu gründen. Ich habe mir die Ehre genommen, mich dieser Mühe an statt des Herrn von Mairan zu unterziehen, und dieses ist die Rechtfertigung, womit ich meine Weitläuftigkeit in dieser Materie entschuldige.

§ 45.

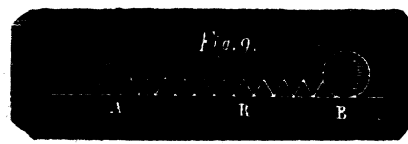
Herrn Jurins Einwurf von dem Gegenstoße zweener unelastischer und ungleicher Körper.

Es ist den Leibnizianern durch Herrn Jurin und andere noch dieser Einwurf gemacht worden: daß zweene unelastische Körper, die sich einander mit solchen Geschwindigkeiten begegnen, welche sich umgekehrt wie ihre Masse verhalten, doch nach dem Stoße in Ruhe verbleiben. Hier sind nun nach der Lehre von den lebendigen Kräften zweene Kräfte, die man so ungleich machen kann, als man will, und die sich dennoch einander im Gleichgewicht erhalten.

Des Herrn Bernoulli Widerlegung dieses Einwurfs durch Vergleichung mit der Zudrückung der Federn.

Ich finde in der Frau von Chastelet Naturlehre eine Antwort auf diesen Einwurf, die, wie ich aus der Anführung ersehe, den berühmten Herrn Bernoulli zum Urheber hat. Der Herr Bernoulli ist nicht glücklich gewesen, eine Schutzwehre vor seine Meinung ausfindig zu machen, welche seines Namens würdig gewesen wäre. Er sagt: daß die unelastische Körper in einander durch den Eindruck ihrer Theile

eben dieselbe Wirkung thun, als wenn sie eine Feder, die sich zwischen ihnen befände, zusammen drückten. Daher nimmt er eine Feder *R* (Fig. 9) an, die sich zu gleicher Zeit auf beide Seiten ausdehnet und von beiden Seiten Körper von ungleicher Masse treibet. Er beweiset, daß die Geschwindigkeiten, die den Körpern durch diese Feder mitgetheilet werden, in gegenseitigem Verhältniß ihrer Massen sind, und daß also, wenn die Kugeln *A* und *B* mit diesen Geschwindigkeiten zurückkehrten, sie die Feder wieder in den ersten Stand der Zusammendrückung setzen würden. Bis so weit ist alles richtig und mit den Lehrsätzen der Cartesianer vollkommen übereinstimmend. Allein lasset uns sehen, wie er seinen Schluß verfolget. Die Theile der Feder, indem sie aus einander springt, bewegen sich theils nach der Seite von *A*, theils nach der



Seite von *B*, der Punkt der Theilung aber ist in *R*, der die Feder nach der umgekehrten Proportion der Massen *A* und *B* theilet. Es wirket also der Theil *RB* von der Feder *R* in den Körper *B*, dessen Masse 3 ist, hingegen theilet der andere Theil *RA* der Kugel *A*, deren Masse 1 ist, seine Kraft mit. Es verhalten sich aber die Kräfte, welche in diese Körper gebracht werden, wie die Anzahl der Federn, die ihren Druck an sie angewandt haben; folglich sind die Kräfte derer Kugeln *A* und *B* ungleich, obgleich ihre Geschwindigkeiten in umgekehrter Proportion ihrer Massen stehen. Wenn nun die Feder *R* sich völlig ausgedehnet hat, und die Körper kämen mit eben denselben Geschwindigkeiten gegen sie zurücke, welche sie ihnen beim Lossprungen mitgetheilet hat, so siehet man leicht, daß einer den andern vermittelst der Zusammendrückung der Feder in Ruhe versetzen würde. Nun sind ihre Kräfte ungleich,

folglich erkennet man hieraus, wie es möglich sei, daß sich zwei Körper mit ungleichen Kräften einander in Ruhe versetzen können. Hievon machet er die Anwendung auf den Zusammenstoß der unelastischen Körper.

§ 46.

Des Herrn Bernoulli Gedanken werden widerlegt.

Ich erkenne in dieser Schlußrede nicht den Herrn Bernoulli, der gewohnt war, seine Beweise in viel vollkommnerer Schärfe zu bilden. Es ist unstreitig gewiß, daß die von einander springende Feder einem von den Körpern *A* und *B* eben so viel Kraft ertheilen müsse, als wie dem andern. Denn sie bringet so viel Kraft in die Kugel *A*, als die Intensität groß ist, mit der sie sich gegen die andere Kugel *B* steifet. Wenn sie sich gar nicht an irgend einen Widerhalt steifete, so würde sie der Kugel *A* gar keine Kraft ertheilen, denn alsdenn würde sie ohne einzige Wirkung lossspringen. Daher kann diese Feder keine Kraft an *A* anwenden, ohne von der andern Seite der beweglichen Kugel *B* eben denselben Grad der Gewalt einzudrücken. Es sind also die Kräfte der Kugeln *A* und *B* einander gleich und nicht, wie Herr Bernoulli sich fälschlich überredet hat, wie die Länge *AR* zu *RB*.

Man siehet leicht, wie der Irrthum in dem Schlusse des Herrn Bernoulli entsprungen sei. Der Satz, auf den die Leibnizische Partei so sehr dringet, ist die Quelle desselben: nämlich, daß die Kraft eines Körpers sich wie die Anzahl Federn verhalte, die in ihn gewirket haben.*) Wir haben denselben schon oben widerleget, und der Fall des Herrn Bernoulli bestätiget unsern Gedanken.

---

*) Die Körper *A* und *B* haben also deswegen gleiche Kräfte, weil die Federn *RA* und *RB* in sie gleich lange gewirket haben, und weil die Theile dieser Federn alle gleich stark gespannet waren.

§ 47.

Der Gedanke des Herrn Bernoulli bestätiget unsere Meinung.

Man kann nicht ohne Vergnügen wahrnehmen, wie vortrefflich diese Erklärung, der man sich zur Vertheidigung der lebendigen Kräfte hat bedienen wollen, uns zu Waffen dienet, dieselbe vielmehr völlig niederzuschlagen. Denn da es einmal gewiß ist, daß die Feder *R* den Körpern, deren Massen 1 und 3 sind, gleiche Kräfte ertheilet (§ 46), ferner daß die Geschwindigkeit der Kugel, deren Masse 1 ist, dreifach und die Geschwindigkeit der andern einfach sei, wie die Leibnizianer es selber gestehen: so fließen daraus zwei Folgen, die beide den lebendigen Kräften schnurstracks widerstreiten. Erstlich, daß die Kraft, die ein Körper durch den Druck der Federn erhält, sich nicht wie die Anzahl der Federn verhalte, welche ihn fortgestoßen haben, sondern vielmehr wie die Zeit der Wirkung derselben; zweitens, daß ein Körper, der eine einfache Masse und eine dreifache Geschwindigkeit hat, nicht mehr Kraft habe, als ein anderer, der dreimal mehr Masse, aber nur eine einfache Geschwindigkeit besitzet.

§ 48.

Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die beständige Erhaltung einerlei Größe der Kraft in der Welt.

Bis hieher haben wir gesehen, wie sich Leibnizens Anhänger des Zusammenstoßes elastischer Körper bedienet haben, die lebendige Kräfte dadurch zu vertheidigen. Allein die Anwendung derselben war bloß mathematisch. Sie haben aber auch einen metaphysischen Grund in diesem Stücke der Phoronomie zum Behuf ihrer Meinung zu finden vermeinet. Herr von Leibniz ist selbst der Urheber desselben, und sein Ansehen hat ihm kein geringes Gewicht ertheilet.

Er nahm Cartesens Grundsatz willig an: daß sich in der Welt immer einerlei Größe der Kraft

erhalte, allein nur einer solchen Kraft, deren Quantität nach dem Quadrate der Geschwindigkeit geschätzt werden muß. Er zeigte, daß das alte Maß der Kraft diese schöne Regel nicht verstatte. Denn wenn man dasselbe annimmt, so vermindere oder vermehre sich die Kraft in der Natur unaufhörlich, nachdem die Stellung der Körper gegen einander verändert wird. Leibniz glaubte, es sei der Macht und Weisheit Gottes unanständig, daß er genöthiget sein sollte, die Bewegung, die er seinem Werke mitgetheilet, ohne Unterlaß wieder zu erneuren, wie Herr Newton sich einbildete, und dieses trieb ihn an, ein Gesetz zu suchen, wodurch er dieser Schwierigkeit abhelfen könnte.

§ 49.

Erste Auflösung dieses Einwurfs.

Weil wir in dem vorigen erwiesen haben, daß die lebendigen Kräfte in der Art, wie sie von ihren Vertheidigern selber gebrauchet worden, nämlich im mathematischen Verstande, nirgends Platz finden können: so rettet sich hier die Macht und Weisheit Gottes schon selber durch die Betrachtung der gänzlichen Unmöglichkeit der Sache. Wir können uns allemal hinter diese Schutzwehre verbergen, wenn wir etwa in einer andern Art der Antwort auf diesen Einwurf den kürzern ziehen sollten. Denn wenn es gleich nach dem Gesetze der Bewegung, welches wir behauptet haben, nothwendig wäre, daß der Weltbau nach einer allmähligen Erschöpfung seiner Kräfte endlich völlig in Unordnung geriethe, so kann dieser Streich die Macht und Weisheit Gottes dennoch nicht treffen. Denn man kann es dieser nimmer verdenken, daß sie nicht ein Gesetze in die Welt gebracht hat, wovon wir wissen, daß es absolut unmöglich sei und daher auf keine Weise statt haben könne.

§ 50.

Zweite Antwort auf gedachten Einwurf.

Allein man erhole sich nur. Wir sind noch nicht gezwungen eine so verzweifelte Ausflucht zu er-

greifen. Dies würde heißen den Knoten abhauen, wir wollen ihn aber lieber auflösen.

Wenn die Leibnizianer es zur Erhaltung der Weltmaschine vor unumgänglich nöthig halten, daß die Kraft der Körper der Schätzung nach dem Quadrat unterworfen sei, so können wir ihnen diese kleine Forderung zugestehen. Alles, was ich bis daher erwiesen habe und noch bis zum Beschlusse dieses Hauptstückes zu erweisen gedenke, gehet nur dahin, sie zu überzeugen: daß weder in einer abstracten Betrachtung, noch in der Natur die Kraft der Körper auf eine solche Art, wie die Leibnizianer es thun, nämlich mathematisch erwogen, eine Schätzung nach dem Quadrat geben werde. Ich habe aber deswegen noch nicht den lebendigen Kräften gänzlich abgesagt. In dem dritten Hauptstücke dieser Abhandlung werde ich darthun, daß in der Natur wirklich diejenigen Kräfte zu finden sein, deren Maß das Quadrat ihrer Geschwindigkeit ist; nur mit der Einschränkung, daß man sie auf die Art, wie man es bis daher angefangen hat, niemals entdecken werde; daß sie sich vor dieser Gattung der Betrachtung (nämlich der mathematischen) auf ewig verbergen werden, und daß nichts, wie irgend eine metaphysische Untersuchung, oder etwa eine besondere Art von Erfahrungen selbige uns bekannt machen können. Wir bestreiten hier also nicht eigentlich die Sache selbst, sondern den *modum cognoscendi*.

Demnach sind wir mit den Leibnizianern in der Hauptsache einig, wir könnten es also vielleicht auch in den Folgerungen derselben werden.

§ 51.

Die Quelle des Leibnizischen Schlusses von Erhaltung eben derselben Größe der Kraft.

Es gründet sich aber der Einwurf des Herrn von Leibniz auf einer falschen Voraussetzung, die seit langer Zeit in die Weltweisheit schon viel Unbequemlichkeit hineingebracht hat. Es ist nämlich zu einem Grundsatze in der Naturlehre geworden, daß keine Bewegung in der Natur entstehe, als vermittelst

einer Materie, die auch in wirklicher Bewegung ist; und daß also die Bewegung, die in einem Theile der Welt verloren gegangen, durch nichts anders, als entweder durch eine andere wirkliche Bewegung, oder die unmittelbare Hand Gottes könne hergestellt werden. Dieser Satz hat denenjenigen jederzeit viel Ungelegenheit gemacht, die demselben Beifall gegeben haben. Sie sind genöthiget worden, ihre Einbildungskraft mit künstlich ersonnenen Wirbeln müde zu machen, eine Hypothese auf die andere zu bauen; und anstatt daß sie uns endlich zu einem solchen Plan des Weltgebäudes führen sollten, der einfach und begreiflich genug ist, um die zusammengesetzte Erscheinungen der Natur daraus herzuleiten: so verwirren sie uns mit unendlich viel seltsamen Bewegungen, die viel wunderbarer und unbegreiflicher sind, als alles dasjenige ist, zu dessen Erklärung selbige angewandt werden sollen.

Wie man dieser Schwierigkeit abhelfen könne.

Herr Hamberger hat, so viel ich weiß, zuerst Mittel dargeboten, diesem Übel abzuhelfen. Sein Gedanke ist schön, denn er ist einfach und also auch der Natur gemäß. Er zeigt (aber noch in einem sehr unvollkommnen Risse), wie ein Körper eine wirkliche Bewegung durch eine Materie empfangen könne, die doch selber nur in Ruhe ist. Dieses beugt unzähligen Abwegen, ja öfters sogar Wunderwerken vor, die mit der entgegengesetzten Meinung vergesellschaftet sind. Es ist wahr, der Grund dieses Gedankens ist metaphysisch und also auch nicht nach dem Geschmacke der itzigen Naturlehrer; allein es ist zugleich augenscheinlich: daß die allerersten Quellen von den Wirkungen der Natur durchaus ein Vorwurf der Metaphysik sein müssen. Dem Herrn Hamberger ist sein Vorsatz nicht gelungen, der Welt einen neuen Weg anzuweisen, der kürzer und bequemlicher ist, uns zur Erkenntniß der Natur zu führen. Dieses Feld ist ungebaut geblieben; man hat sich von dem alten Wege noch nicht losreißen können, um sich auf den neuen zu wagen. Ist es nicht wunderbar, daß man sich einem unermeßlichen Meere

von Ausschweifungen und willkürlichen Erdichtungen der Einbildungskraft anvertrauet und dagegen die Mittel nicht achtet, die einfach und begreiflich, aber eben daher auch die natürlichen sind? Allein dieses ist schon die gemeine Seuche des menschlichen Verstandes. Man wird noch sehr lange von diesem Strome hingerissen werden. Man wird sich an der Betrachtung belustigen, die verwickelt und künstlich ist, und wobei der Verstand seine eigene Stärke wahrnimmt. Man wird eine Physik haben, die von vortrefflichen Proben der Scharfsinnigkeit und der Erfindungskraft voll ist, allein keinen Plan der Natur selbst und ihrer Wirkungen. Aber endlich wird doch diejenige Meinung die Oberhand behalten, welche die Natur, wie sie ist, das ist einfach und ohne unendliche Umwege schildert. Der Weg der Natur ist nur ein einziger Weg. Man muß daher erstlich unzählig viel Abwege versucht haben, ehe man auf denenjenigen gelangen kann, welcher der wahre ist.

Die Leibnizianer sollten mehr als andere die Meinung des Herrn Hambergers ergreifen. Denn sie sind es, welche behaupten, daß ein todter Druck, der sich in dem Körper, welchem er mitgetheilt worden, erhält, ohne daß ihn eine unüberwindliche Hinderniß wieder vernichtet, zu einer wirklichen Bewegung erwachse. Sie werden also auch nicht leugnen können: daß ein Körper, der sich an die Theile einer Flüssigkeit, die ihn umgiebt, nach einer Richtung mehr anhängt, als nach der andern, alsdenn eine wirkliche Bewegung erhalte, wenn diese Flüssigkeit von der Art ist, daß sie ihm seine Kraft durch ihren Widerstand nicht wieder vernichtet. Dieses muß sie von demjenigen überzeugen, was ich itzt behaupte, nämlich: daß ein Körper eine wirkliche Bewegung von einer Materie empfangen könne, welche selber in Ruhe ist.

Entscheidung des Einwurfs, den der Herr von Leibniz macht.

Wie werden wir also dem Streiche ausweichen, den der Herr von Leibniz dem Cartesianischen Gesetze durch die Betrachtung der Weisheit Gottes bei-

bringen wollen? Es kommt alles darauf an, daß ein Körper eine wirkliche Bewegung erhalten könne, auch durch die Wirkung einer Materie, welche in Ruhe ist. Hierauf gründe ich mich. Die allererste Bewegungen in diesem Weltgebäude sind nicht durch die Kraft einer bewegten Materie hervorgebracht worden; denn sonst würden sie nicht die ersten sein. Sie sind aber auch nicht durch die unmittelbare Gewalt Gottes, oder irgend einer Intelligenz verursachet worden, so lange es noch möglich ist, daß sie durch Wirkung einer Materie, welche im Ruhestande ist, haben entstehen können; denn Gott ersparet sich so viele Wirkungen, als er ohne den Nachtheil der Weltmaschine thun kann, hingegen macht er die Natur so thätig und wirksam, als es nur möglich ist. Ist nun die Bewegung durch die Kraft einer an sich todten und unbewegten Materie in die Welt zu allererst hineingebracht worden, so wird sie sich auch durch dieselbe erhalten und, wo sie eingebüsset hat, wiederherstellen können. Man müßte also eine große Lust zum Zweifeln haben, wenn man noch ferner Bedenken tragen wollte, zu glauben: daß das Weltgebäude keinen Abbruch erleiden dürfe, wenn gleich in dem Stoße der Körper gewisse Kräfte verloren gingen, welche vorher darin waren.

§ 52.

Nach Leibnizens Gesetze ist die Kraft in dem Anstoße eines kleinen elastischen Körpers gegen einen größern vor und nach dem Stoße gleich.

Ich erhole mich wieder von einer Ausschweifung, die mich von der Hauptsache, darin ich verwickelt bin, etwas entfernet hat. Ich habe schon angemerkt, daß die Verfechter der lebendigen Kräfte sich insbesondere mit derjenigen Beobachtung sehr viel dünken lassen, dadurch sie befunden haben: daß, wenn die Kraft der Körper nach dem Gesetze des Herrn von Leibniz geschätzet wird, sich in dem Anlaufe elastischer Körper vor und nach dem Stoße allemal einerlei Größe der Kraft befünde. Dieser Gedanke,

der auf eine so wundersame Art den lebendigen Kräften geneigt zu sein scheinet, soll uns vielmehr behülflich werden, dieselbe niederzuschlagen. Laßt uns folgendergestalt schließen: Dasjenige Gesetz, nach welchem in dem Anlaufe eines kleinern elastischen Körpers gegen einen größern nach dem Stoße nicht mehr Kraft befunden wird, als vor demselben, ist falsch. Nun ist Leibnizens Gesetze von der Art, ergo &c. &c.

§ 53.

Die angeführte Beobachtung der Leibnizianer ist den lebendigen Kräften gänzlich entgegen.

Unter den Vordersätzen dieser Schlußrede ist nur der *Major* zu erweisen. Wir wollen dieses auf folgende Weise bewerkstelligen. Indem die Kugel *A* (Fig. 8) gegen eine größere, *B*, anläuft, so empfängt in dem Augenblicke, darin *A* den Stoß ausübet und die Feder zudrückt, die wir die Elasticität nennen, der Körper *B* nicht mehr Kraft, als er durch seine Trägheitskraft in *A* vernichtet, und der Körper *A* im Gegentheil verlieret nicht mehr von seiner Kraft durch den Widerstand der Masse *B*, der sich vermittelst der Intensität der Feder, die er spannet, in ihn fortpflanzet, als er in eben diese Kugel hineinbringt. Wenn man dieses leugnen wollte, so würde auch nicht mehr gewiß sein, daß die in einen Körper übertragene Wirkung mit seiner Gegenwirkung gleich sei. Es ist also die Feder gespannet, und in beiden Körpern zusammen genommen ist eben dieselbe Kraft vorhanden, die vorher in der Kugel *A* allein befindlich war. Wenn diese Federn der beiderseitigen Elasticität nun lossspringen, so dehnen sie sich gegen beide Kugeln gleich stark aus. Nun ist es klar, daß, wenn *A* noch nach verübter Zudrückung der Federn in der Richtung *AE* eine so große Kraft besäße, als die ist, womit nun die ihm zugehörige Feder aufspringet: so würde die Aufspringung dieser Feder eben so viel Kraft der Kugel *A* benehmen können, als auf der andern Seite die Feder *DB* in *B* hineinbringt; und also würde freilich, nachdem alles

vollbracht ist, in den Körpern *A* und *B* sowohl durch den Stoß, als durch die Elasticität keine Kraft mehr befindlich sein, als vorhero in *A* allein war. Allein es ist vergeblich, dieses vorauszusetzen. Wenn der Stoß geschehen und die Feder eben zugedrückt ist, so hat *A* eben so viel Geschwindigkeit als *B* nach der Richtung *AE*, aber weniger Masse, also auch weniger Kraft, als die Feder in ihrer Lossprингung ausübet, denn diese hat eine Kraft der Spannung, die so groß ist, als die Kraft der Kugel *B*. Hieraus folget, daß die Elasticität nicht so viel von der Kraft, die in *A* befindlich ist, rauben kann, als sie dem Körper *B* mittheilet. Denn *A* hat nicht so viel Kraft, folglich kann sie ihm auch nicht genommen werden. Demnach muß durch die Wirkung der Elasticität in *B* ein neuer Grad Kraft hinzukommen, ohne daß davor eben so viel auf der andern Seite abginge; ja es erzeuget sich sogar noch dazu ebenfalls in *A* eine neue Kraft. Denn da die Elasticität nichts mehr von Kraft fand, was sie in *A* vernichten konnte, so setzte die Kugel sich derselben mit nichts als der Trägheitskraft entgegen und empfing den Grad der Gewalt, den die Feder über die Kraft der Kugel *A* noch in sich hatte, um damit gegen *C* zurück zu kehren.

Es ist also klar: daß in dem Falle, da ein kleiner federharter Körper gegen einen größern anläuft, nach dem Stoße mehr Kraft vorhanden sein müsse, als vor demselben. Nun würde man das Gegentheil setzen müssen, nämlich, daß nach dem Stoße nur eben dieselbe Größe der Kraft sich finde, als vor demselben, wenn Leibnizens Kräftenmaß wahr wäre. Also müssen wir entweder dieses Gesetz leugnen, oder aller der Überzeugung absagen, die uns in diesem § dargeboten worden.

§ 54.

Das vorige erhellet noch deutlicher, wenn man den Fall nimmt, darin ein größerer elastischer Körper einen kleineren stößt.

Wir werden von der Richtigkeit desjenigen, was itzo gesagt worden, vollkommen überführet werden, wenn wir den vorigen Fall umkehren und annehmen,

daß die Kugel *B* (Fig. 8) von größerer Masse gegen die kleinere, *A*, anläuft. Denn hier verlieret erstlich die Kugel *B* durch den Stoß gegen *A* nicht mehr, auch nicht weniger Kraft, als sie eben hiedurch in *A* erzeuget (wenn wir nämlich dasjenige allein erwägen, was vorgehet, bevor die Elasticität sich hervorthut). Also ist, ehe die Federkraft ihre Wirkung thut, die Kraft in diesen Körpern weder vermehret, noch kleiner geworden. Nun ist die Federkraft mit demjenigen Grade gespannet, womit der Körper *A* gegen *C* fortrücket, also ist ihre Intensität kleiner, als die Kraft, die in *B* nach der Richtung *BC* übrig ist, sie wird sie also, wenn sie aufspringt, niemals erschöpfen, wenn sie gleich ihre ganze Gewalt anwendet. Und wenn nun also die Feder, die in dem Stoße gespannet worden, aufspringt, so wird sie zwar in den Körper *A* eine neue Kraft bringen, allein sie wird auch eben so viel in *B* vernichten, als sie jener Kugel mittheilet. Also wird auch durch die Federkraft die ganze Kraft nicht größer werden, weil allemal von der andern Seite eben so viel geraubet wird, als auf der einen hineinkommt.

Wir sehen hieraus, daß einzig und allein in dem Falle, da ein größerer Körper einen von kleinerer Masse stößt, einerlei Grad Kraft in dem Stoße aufbehalten werde; und daß in allen andern Fällen, wo die Elasticität nicht an der einen Seite so viel Kraft zu vernichten findet, als sie an der andern erzeuget, jederzeit die Kraft nach dem Stoße größer werde, als vor demselben; welches das Leibnizische Gesetz zerstöret. Denn in demselben bleibt in allen nur möglichen Fällen immer eben dieselbe Größe der Kraft in der Natur ohne einigen Abgang oder Vermehrung.

§ 55.

Die Berechnung bestätiget es, daß in dem Falle, da ein größerer Körper einen kleineren stößt, nach dem Cartesianischen Gesetze eben dieselbe Größe der Kraft verbleibe.

Die Leibnizianer sollten uns also, wenn sie könnten, einen Fall vorlegen, da ein größerer elastischer Körper einen kleinern anstößt, und der

der Schätzung des Cartesius widerstritte: so würde niemand dagegen was aussetzen können. Denn nur einzig und allein ein solcher Fall würde entscheidend und ohne Ausnahme sein, weil man in demselben nach dem Stoße gewiß immer die ganze Größe der Kraft vor demselben antrifft. Allein niemalen hat sich irgend ein Vertheidiger der lebendigen Kräfte gewaget, in dieser Art des Stoßes das Cartesianische Gesetze anzugreifen; denn er würde nothwendig ohne Mühe wahrgenommen haben: daß die mechanische Regeln mit der Cartesianischen Schätzung hier ganz wohl übereinstimmen. Man nehme z. E. an: daß die Masse der Körper *B* dreifach und *A* einfach sei, und daß *B* mit 4 Graden Geschwindigkeit gegen *A* anlaufe. Man argumentire alsdenn nach der bekannten phoronomischen Regel: Wie der Unterschied der Massen *A* und *B* zur Summe derselben, so verhält sich die Geschwindigkeit der Kugel *B* nach dem Stoße zur Geschwindigkeit vor demselben. Sie hat also 2 Grade. Ferner: Wie 2 *B*: *A* + *B*, so ist die Geschwindigkeit der Kugel *A* nach dem Stoße zur Geschwindigkeit, die in *B* vor demselben war. *A* erlangt also 6 Grade Geschwindigkeit. Mithin ist nach Cartesianischer Schätzung die Kraft nach dem *Conflictu* in beiden Körpern zusammen 12; vor demselben war sie aber auch 12. Und das ist es, was man verlanget hat.

§ 56.

Die Kraft, womit der kleinere Körper von dem größern abprallt, hat das Zeichen *Minus*.

Wenn man die Quantität einer Kraft messen will, so muß man sie in ihren Wirkungen verfolgen. Man muß aber diejenigen Phänomena vorhero davon absondern, die mit den Wirkungen zwar verbunden sind, aber keine eigentliche Folge der Kraft sind, die da geschätzet werden soll.

Wenn nun ein elastischer Körper einen andern von größerer Masse anstößt, so wissen wir aus den Gesetzen der Bewegung, daß der kleinere mit einem gewissen Grade Kraft nach dem Schlage zurück kehre.

Wir haben auch aus den letzten Paragraphis gelernt, daß diese Kraft, womit der kleine Körper von dem größeren abprallet, dem Überschusse derjenigen Kraft gleich sei, den die Anstrengung der lebendig gemachten Elasticität über die Kraft des Körpers *A* hat, womit dieser, ehe die Federkräfte beider Kugeln wirksam wurden, mit der Kugel *B* zusammen nach der Richtung *AE* fortrückte. Nun war (nach demjenigen, was vorher erwiesen worden), so lange die Elasticität noch in dem Körper *A* eine Kraft antraf, die nach *AD* gerichtet war, welche sie nach eben demselben Maße vernichten konnte, als sie in die Kugel *B* Kraft hineinbrachte, — ich sage, so lange war nichts in beiden Körpern zusammen genommen, was nicht ganz genau dieselbe Quantität der Kraft in sich enthielte, die vorher in *A*, als der Ursache, allein vorhanden gewesen; folglich war so lange der Zustand beider Körper als eine rechtmäßige Wirkung der Kraft, die *A* vor dem Anstoße hatte, anzusehen. Denn die Wirkung ist jederzeit weder größer noch kleiner als die Ursache. Wir wissen aber ferner, daß, wenn die Federkraft schon alle Kraft vernichtet hat, die in *A* nach der Richtung *AE* noch übrig war, sie in beide Körper *A* und *B* neue Kräfte hineinbringe, welche über diejenigen also hinzukommen, welche die genuine und vollständige Wirkung der Kugel *A* ausmachten. Wir werden also diese aus der Bewegung beider Kugeln auf die Weise wieder herausziehen können, wenn wir dem Körper *A* die Kraft nehmen, mit der er nach dem Schlage zurück kehret, und auch eben so viel von der Kraft abziehen, welche die Kugel *B* erlanget hat. Hieraus ist leicht zu ersehen, daß die Kraft, womit eine kleine elastische Kugel von einer größern, an welche sie anläuft, abprallet, von einer verneinenden Art sei und das Zeichen *Minus* vor sich habe. Wenn z. E. eine Kugel *A* mit 2 Graden Geschwindigkeit gegen eine von dreifacher Masse, *B*, anläuft, so prallet sie nach dem Stoße mit einem Grade Geschwindigkeit ab und giebt der Kugel *B* auch einen Grad. Die Kraft nun, womit *A* nach dem Stoße zurückkehret, kann man nicht zu der Kraft der Kugel *B* hinzu thun,

wenn man die ganze Größe der Wirkung haben will, welche *A* verübet hat. Nein, sie muß sowohl dem Körper *A* weggenommen, als auch von der Kraft, die in *B* ist, abgezogen werden. Der Überrest, welcher 2 ist, wird die ganz vollständige Wirkung sein, die durch die Kraft der Kugel *A* vollzogen worden. Also hat eine Kugel, die 2 zur Masse und 1 zur Geschwindigkeit hat, eben die Kraft als eine andere, welche eine einfache Masse und eine zwiefache Geschwindigkeit besitzet.

§ 57.

Die Frau von Chastelet hat hierüber zur Unzeit gescherzet.

Es hat also der erleuchteten Frau Marquisin von Chastelet gegen den Herrn von Mairan zur Unzeit gefallen scherzhaft zu sein. Sie antwortet ihm auf eben die Beobachtung, die wir itzo angeführt haben: Sie glaubte, er würde nicht leichtlich einen Versuch machen und sich auf dem Wege eines Körpers befinden wollen, der, mit dem Zeichen *Minus* bemerket, mit 500 oder 1000 Graden Kraft zurückschlüge. Ich glaube es auch; und ich würde mich sehr betrügen, wenn ich besorgte, daß Herr von Mairan sich einlassen würde, die Wahrheit auf diese Weise auszumachen. Allein die Sache kommt nicht darauf an, daß die Kraft, welche mit dem Zeichen *Minus* bemerket worden, nicht eine wirkliche Kraft sei, wie die Frau Marquisin daraus zu schließen scheinet. Der Herr von Mairan hat dieses ohne Zweifel hiemit nicht sagen wollen. Sie ist in der That eine wirkliche Kraft und würde auch wirkliche Wirkungen ausüben, wenn man sie auf die Probe stellen wollte. Nur dieses wird hiedurch angedeutet: daß sowohl diese Kraft als auch ein Theil in der Kraft der Kugel *B*, welcher ihr gleich ist, nicht zu der vollständigen Wirkung der Kugel *A* könne gerechnet werden; sondern daß man sie vielmehr so ansehen müsse, als wenn sie in *A* gar nicht vorhanden wäre und dagegen noch von *B* abgezogen würde, und daß die nach diesem übrig bleibende Kraft alsdenn aller-

erst die vollständige Wirkung der Kraft, die vor dem Anlaufe war, eigentlich darbiete. Wenn man aber eine Größe so ansiehet, so gilt sie in der Summirung weniger, wie nichts und erfordert das verneinende Zeichen.

§ 58.

Die Leibnizianer fliehen vor der Untersuchung der lebendigen Kräfte durch den Stoß unelastischer Körper.

Nun werden meine Leser vermuthen, auch aus der Lehre von der Bewegung unelastischer Körper durch den Stoß gewisse Beweise angeführt zu finden, deren die Anhänger der Leibnizischen Schätzung sich bedienet hätten, die lebendigen Kräfte zu vertheidigen. Allein sie betrügen sich. Diese Herren finden die Bewegungen von der Art nicht vor gar zu vortheilhaft vor ihre Meinung; sie suchen sie also von dieser Untersuchung gänzlich auszuschließen. Dies ist eine Krankheit, woran diejenigen ordentlicher Weise darnieder liegen, die in der Erkenntniß der Wahrheiten Unternehmungen machen. Sie schließen so zu sagen die Augen bei demjenigen zu, was dem Satze, den sie sich in den Kopf gesetzt haben, zu widerstreiten scheinet. Eine kleine Ausflucht, eine frostige und matte Ausrede ist fähig ihnen gnug zu thun, wenn es darauf ankommt, eine Schwierigkeit wegzuschaffen, die der Meinung, vor die sie eingenommen sind, hinderlich ist. Man hätte uns in der Philosophie viel Fehler ersparen können, wenn man in diesem Stücke sich hätte einigen Zwang anthun wollen. Wenn man auf dem Wege ist, alle Gründe herbeizuziehen, welche der Verstand zu Bestätigung einer Meinung, die man sich vorgesetzet hat, darbietet: so sollte man mit eben der Aufmerksamkeit und Anstrengung sich bemühen, das Gegentheil auf allerlei Arten von Beweisen zu gründen, die sich nur irgend hervorthun, eben so wohl als man für eine beliebte Meinung immer thun kann. Man sollte nichts verachten, was dem Gegensatze im geringsten vortheilhaft zu sein scheinet, und es in der Vertheidigung desselben aufs höchste treiben. In

einem solchen Gleichgewichte des Verstandes würde öfters eine Meinung verworfen werden, die sonst ohnfehlbar wäre angenommen worden, und die Wahrheit, wenn sie sich endlich hervorthäte, würde sich in einem desto größern Lichte der Überzeugung darstellen.

§ 59.

Der Stoß unelastischer Körper ist in Absicht auf die lebendigen Kräfte entscheidender als der Stoß der elastischen.

Es ist denen Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon öfters eingeschärfet worden, daß die Bewegungen unelastischer Körper durch den Stoß viel geschickter sind, es auszumachen, ob die lebendigen Kräfte statt haben oder nicht, als die Bewegung der elastischen. Denn in diesen mischet sich die Federkraft immer mit ein und macht die Verwirrungen unendlich, da hingegen jener ihre Bewegung durch nichts als die Wirkung und Gegenwirkung allein bestimmet wird. Es ist kein Zweifel, daß die Leibnizianer sich durch die Deutlichkeit dieses Gedankens würden überzeugen lassen, wenn er nur nicht das ganze Gebäude der lebendigen Kräfte umkehrte.

§ 60.

Die Ausflucht der Leibnizianer in Absicht auf den Einwurf, der ihnen von dem Stoße unelastischer Körper gemacht wird.

Sie sind daher genöthiget worden, zu einer Ausnahme ihre Zuflucht zu nehmen, welche vielleicht die schlechteste ist, der man sich jemals bedienet hat. Sie behaupten nämlich: daß sich stets in dem Stoße unelastischer Körper ein Theil der Kraft verliere, indem derselbe angewandt wird, die Theile des Körpers einzudrücken. Daher geht die Hälfte der Kraft, die ein unelastischer Körper hat, verloren, wenn er an einen andern von gleicher Masse, der in Ruhe ist, anstößt, und verzehret sich bei dem Eindrücken der Theile.

§ 61.

Der Ursprung dieses irrigen Gedankens.

Dieser Gedanke hat mehr wie eine schlimme Seite. Wir wollen einige derselben betrachten.

Es kann uns gleich beim ersten Anblicke nicht schwer werden, die Quelle dieses Irrthums wahrzunehmen. Man weiß es theils durch die Erfahrung, theils durch die Gründe der Naturlehre: daß ein harter Körper, der im Stoße seine Figur nur sehr wenig oder gar nicht ändert, allemal elastisch sei, und daß im Gegentheil die Theile unelastischer Körper so zusammen gefügt sind, daß sie beim Stoße weichen und eingedrückt werden. Diese Eigenschaften hat die Natur gemeiniglich zusammen verbunden; allein in einer mathematischen Betrachtung sind wir nicht genöthiget, sie zusammen zu nehmen.

Die Anhänger der lebendigen Kräfte haben sich hiemit verwirret. Sie bilden sich ein, weil in der Natur ein unelastischer Körper gemeiniglich einen solchen Bau hat, daß seine Theile beim Stoße weichen und eingedrückt werden, so können die Regeln, die eine pur mathematische Betrachtung der Bewegung solcher Körper darbietet, ohne diese Eigenschaft auch nicht bestehen. Dies ist der Ursprung derjenigen Schwierigkeit, die wir § 60 gesehen, und die ganz ohne Grund ist, wie wir itzo lernen werden.

§ 62.

Erste Antwort auf die Ausnahme der Leibnizianer.

In der Mathematik versteht man unter der Federkraft eines Körpers nichts anders, als diejenige Eigenschaft, durch die er einen andern Körper, der an ihn anläuft, mit eben demselben Grade Kraft wieder zurückstößet, mit welchem dieser an ihn angelaufen war. Daher ist ein unelastischer Körper ein solcher, der diese Eigenschaft nicht hat.

Die Mathematik bekümmert sich nicht um die Art und Weise, wie sich diese Eigenschaft in der Natur hervorthut. Es ist und bleibt bei ihr gänzlich unbestimmt: ob die Elasticität aus der Änderung der Figur und einer plötzlichen Herstellung derselben herfließe, oder ob eine verborgene Entelechie, eine *qualitas occulta*, oder Gott weiß, was noch sonst vor eine Ursache mehr, die Quelle derselben sei. Wenn man in den Mechaniken die Elasticität so beschrieben findet, daß sie aus der Eindrückung und Zurückspringung der Theile eines Körpers entstehe, so merke man: daß die Mathematiker, die sich dieser Erklärung bedienen, sich in dasjenige mengen, was sie nicht angeht, was zu ihrer Absicht nichts thut, und was eigentlich ein Vorwurf der Naturlehre ist.

Wenn demnach die Betrachtung eines unelastischen Körpers in der Mathematik nichts weiter voraussetzet, als nur, daß er in sich keine Kraft habe einen Körper, der an ihn stößt, wieder zurück zu prellen, und wenn diese einzige Bestimmung dasjenige ist, worauf das ganze Hauptstück der Bewegung unelastischer Körper gebauet ist: so ist es ungereimt zu behaupten: daß die Regeln dieser Bewegungen deswegen so beschaffen seien, weil die Eindrückung der Theile derer sich stoßenden Körper solche und keine andere Gesetze zulassen. Denn in denen Grundsätzen, daraus man diese Gesetze gezogen, findet man keine Spur von dem Eindrücken der Theile. Alle Begriffe, worauf man dieselbe gebauet hat, sind so unbestimmt in Absicht auf diese Einschränkung, daß man unter die unelastischen Körper, ohne jenen Eintrag zu thun, eben so wohl diejenige zählen kann, die in dem Stoße ihre Figur nicht ändern, als die, welche eine Zusammendrückung ihrer Theile erdulden. Hat man nun in der Construction dieser Gesetze gar nicht auf diese Eindrückung Acht gehabt, um die Regeln der Bewegung derselben gemäß einzurichten, oder auch nicht einmal solche Begriffe zum Grunde gelegt, welche diese Eindrückung mit einschließen: so ist es ja sehr seltsam, auf diese die Schuld davon zu schieben, daß gedachte Gesetze so beschaffen sind, wie sie wirklich sind.

§ 63.

Zweite Antwort: Weil man einen Körper unelastisch nennen kann, wenn er gleich vollkommen hart ist.

Wir haben gesagt, daß in der Betrachtung, welche uns die Mathematik von der Bewegung unelastischer Körper darbietet, man diese auch als vollkommen hart ansehen könne, als wenn ihre Theile durch den Stoß nicht eingedrückt würden. Die Natur bietet uns auch Exempel dar, daß nicht eben derjenige Körper allemal unelastischer sei, dessen Theile mehr weichen, als die Theile eines andern, sondern daß öfters ein Körper, dessen Theile durch den Stoß in Vergleichung gegen einen andern fast gar nicht eingedrückt werden, doch weniger elastisch sei, als ein anderer, dessen Theile leichter weichen. Denn man lasse eine hölzerne Kugel auf das Pflaster niederfallen, sie wird bei weiten nicht so hoch zurück springen, als eine ausgestopfte, die doch sehr leicht eingedrückt werden kann, und gegen welche zu rechnen, jene ungemein hart genannt werden kann. Hieraus sehen wir: daß der Körper sogar in der Natur nicht deswegen unelastisch sei, weil seine Theile eingedrückt werden, sondern nur deswegen, weil sie sich nicht mit eben dem Grade Kraft wieder herstellen, mit welchem sie eingedrückt worden. Also können wir auch Körper setzen, deren Theile in dem Stoße unendlich wenig weichen, die aber zugleich so beschaffen sind, daß sie sich auch von dieser unendlich kleinen Zusammendrückung nicht wiederherstellen, oder, wo sie es thun, doch nur lange nicht mit dem Grade der Geschwindigkeit, womit sie eingedrückt worden; wie etwa eine hölzerne Kugel thun würde, wenn man kleine Dinge mit großen vergleichen darf. Dergleichen Körper, von denen ich rede, würden vollkommen hart *), aber doch unelastisch sein. Man würde sie also von den Gesetzen des Stoßes unelastischer Körper nicht ausnehmen können, und ihre Theile

*) Denn ein Körper, der nur unendlich wenig sich eindrücken läßt, kann ohne einen Irrthum vollkommen hart genannt werden.

würden dennoch nicht eingedrückt werden. Wie würde hier die Ausnahme der Herren Leibnizianer bestehen?

§ 64.

Dritte Antwort: Das Eindrücken der Theile ist kein Grund, weswegen in dem Stoße unelastischer Körper ein Theil der Kraft sollte verloren gehen.

Wir können den Leibnizianern noch ihre Voraussetzung schenken, daß die unelastische Körper immer eine Eindrückung ihrer Theile erleiden, und es soll uns doch nichts schaden. Ein Körper thut in einen andern beweglichen, dessen Theile er durch den Stoß eindrückt, eben dieselbe Wirkung, die er etwa ausüben würde, wenn sich zwischen beiden eine Feder befände, welche er durch den Anlauf zusammendrückte. Ich kann mich dieses Gedankens frei bedienen, weil er nicht allein plan und überzeugend ist, sondern weil er auch von einem großen Schutzgotte der lebendigen Kräfte, dem Herrn Bernoulli, in eben demselben Falle gebrauchet worden.

Wenn nun eine Kugel *A* (Fig. 9) gegen eine andere, *B*, bewegt wird und die Feder *R* im Anlauf zudrücket: so, sage ich, treten alle die kleinen Grade der Kraft, welche angewandt werden, die Feder zusammen zu drücken, in die Masse des Körpers *B* über und häufen sich so lange, bis sie in gedachten Körper *B* die ganze Kraft hinein gebracht haben, womit die Feder ist zugedrückt worden. Denn der Körper *A* verlieret keinen einzigen Grad der Kraft, und die Feder wird auch nicht um den geringsten Theil zugedrückt, als nur in so fern sie sich an den Körper *B* steifet. Sie steifet sich aber mit eben derselben Gewalt gegen diese Kugel, mit welcher sie nach dieser Seite aufspringen würde, wenn die Kugel plötzlich wiche, das ist: mit der Kraft, womit *A* sie von der anderen Seite zugedrückt, und welche dieser Körper in ihrer Zusammendrückung aufwendet und verzehret. Nun ist es augenscheinlich, daß eben derselbe Grad Kraft, mit dem die Feder sich gegen *B* auszudehnen bemühet ist, und dem die Trägheitskraft der Kugel *B* wider-

stehet, in dieselbe Kugel hineinkommen müsse. Also empfängt *B* die ganze Kraft, sich nach der Richtung *BE* zu bewegen, welche in *A* verzehret ist, indem er die Feder *R* zusammendrücket.

Die Anwendung ist leicht zu machen. Denn die Feder *R* deutet die Theile der unelastischen Kugeln *A* und *B* an, die durch den Stoß eingedrückt werden. Es verzehret also der Körper *A*, indem er in seinem Stoße gegen *B* von beiden Seiten die Theile eindrücket, nichts von seiner Kraft bei diesem Eindrucke, was nicht der Körper *B* überkommt, und womit er sich nach dem Stoße beweget. Es gehet also kein Theil verloren, noch viel weniger ein so großer Theil, als die Leibnizianer fälschlich vorgeben.

§ 65.

Ich werde müde, alle Unrichtigkeiten und Widersprechungen auszukramen, die in dieser Schwierigkeit begriffen sind, welche die Leibnizianer uns in der Sache von dem Stoße unelastischer Körper haben machen wollen. Die einzige, die ich noch anführen will, könnte allein genug sein, sie unnütze zu machen.

Vierte Antwort: Von der Proportion der Härte unelastischer Körper und dem Grade der Kraft des Anlaufs, der bei der Ausnahme der Leibnizianer bestimmt sein müsse.

Wenn man gleich unsern Gegnern alles übrige verstattete, so kann man ihnen doch die Kühnheit nicht verzeihen, die in der Forderung stecket, daß sich in dem Stoße unelastischer Körper nicht mehr, auch nicht weniger, sondern nur gerade so viel von der Kraft durch das Eindrücken der Theile verzehren solle, als sie es selber in jedwedem Falle nach ihrer Schätzung nöthig finden. Es ist eine Verwegenheit, die unmöglich zu verdauen ist, daß man uns ohne allen Beweis zu glauben aufdringen will, ein Körper müsse in einem Stoße gegen einen gleichen gerade die Hälfte, in dem Stoße gegen einen dreifachen gerade $^3/_4$ der Kraft u. s. w. u. s. w. durch den Eindruck

der Theile verlieren, ohne daß man uns einen Grund angeben kann, woher denn eben genau so viel und nicht mehr oder weniger drauf gehe; denn gesetzt, daß der Begriff eines unelastischen Körpers nothwendig einigen Verlust der Kraft beim Eindrücken erfordert, so weiß ich doch nicht, woraus man denn schließen wollte: daß diese Abwesenheit der Elasticität erfordere, daß gerade so viel und nicht weniger Kraft verzehrt werden müsse. Die Leibnizianer können doch nicht leugnen, daß, je geringer die Festigkeit der Masse der unelastischen Körper in Vergleichung mit der Kraft des anlaufenden ist, desto stärker werde sich die Kraft beim Eindrücken der Theile verzehren, je härter aber beide Körper sind, um desto weniger müsse sich von derselben verlieren; denn wenn sie vollkommen hart wären, so würde kein Verlust der Kraft statt finden. Es wird also ein gewisses bestimmtes Verhältniß der Härte zweener gleicher und unelastischer Körper dazu erfordert, wenn sich in dem Stoße gerade die Hälfte von der Kraft des anlaufenden verzehren und vernichtet werden soll. Und ohne diese Proportion würde mehr oder weniger herauskommen, nachdem man die sich stoßende Körper weicher oder härter machte. Nun ist in den Regeln der Bewegung unelastischer Körper, wider welche die Leibnizianer eine Ausnahme suchen, der Grad der Festigkeit und noch vielmehr die Proportion derselben zur Stärke des Anlaufs gänzlich undeterminirt, folglich läßt sich aus denenselben gar nicht verstehen, ob ein Eindruck der Theile geschehe, ob sich hiedurch eine Kraft verzehren und wie viel von derselben verloren gehen werde, am allerwenigsten aber bieten sie einigen Grund dar, daraus sich verstehen ließe, daß in dem Anstoße einer Kugel an eine andere von gleicher Schwere gerade die Hälfte der Kraft verloren gehe. Denn dieses geschiehet nicht ohne ein gewisses ganz genau bestimmtes Verhältniß unter der Härte dieser Körper und der Gewalt des Anstoßes. Da nun keine solche Bestimmung in den Grundsätzen anzutreffen ist, daraus die Gesetze des Stoßes unelastischer Körper hergeleitet werden, die irgend einen Grund eines bestimmten Verlustes der Kraft in sich

enthielte, so ist die Ursache, weswegen diese Regeln so und nicht anders beschaffen sein, nicht in der Eindrückung der Theile zu setzen, die gerade so viel Kraft in jedwedem Falle verlustig macht, als die Leibnizianer für gut befinden aufzuheben.

Anwendung unserer Schlüsse.

Nachdem nun der Vorwand, durch den sich die Vertheidiger der lebendigen Kräfte dem Schlage entziehen wollen, den ihnen alle Gesetze des Stoßes unelastischer Körper beibringen, auf mehr wie eine Art unkräftig befunden worden, so hindert uns nichts ferner, dieselbe zu dem Dienste zu gebrauchen, den sie uns allemal sehr vortrefflich leisten werden, nämlich die lebendigen Kräfte aus dem Gebiete der Mathematik hinweg zu räumen, worin sie sich unrechtmäßiger Weise eingedrungen haben.

§ 66.

Der Stoß unelastischer Körper hebet die lebendigen Kräfte gänzlich auf.

Es ist aber überflüssig, die Art und Weise hier weitläuftig aus einander zu legen, wie die Bewegung unelastischer Körper die lebendige Kräfte aufhebe. Ein jedweder Fall, den man nimmt, thut dieses ohne die geringste Ausnahme oder Schwierigkeit. Z. E. Wenn ein unelastischer Körper A einen andern gleichartigen und gleich schweren, B, der in Ruhe ist, anstößt: so bewegen sich beide nach dem Stoße mit $^1/_2$ Grade der Geschwindigkeit, die vor dem Anstoße war. Es ist also nach der Leibnizischen Schätzungsart in jedwedem nach verübtem Stoße $^1/_4$ Kraft und also alles zusammen $^1/_2$ Grad Kraft, da doch vor demselben ein ganzer Grad in der Natur vorhanden gewesen. Es ist also die Hälfte verloren gegangen, ohne eine Wirkung gethan zu haben, welche ihr gleich ist, oder auch ohne einen einzigen Widerstand erlitten zu haben, durch den sie etwa hätte verzehret werden können, welches auch sogar nach dem Geständnisse unserer Gegner eine der größten Ungereimtheiten ist, die man nur begehen kann.

§ 67.

Allgemeiner Beweis: daß der Zusammenstoß der [elastischer] Körper immer den lebendigen Kräften entgegen sein müsse.

Ich will diesen Abschnitt, darin wir die lebendigen Kräfte durch den Zusammenstoß der Körper widerlegt haben, nicht endigen, ohne vorher eine allgemeine Betrachtung beigefügt zu haben, die alles in sich begreifet, was man in dieser Art wider die lebendigen Kräfte nur immer wird sagen können. Ich werde in derselben darthun: daß, wenn man gleich den Leibnizianern ihre Kräftenschätzung schenken wollte, so sei es doch der Natur der Sache ganz entgegen, selbige aus dem Zusammenstoße der Körper erweisen zu wollen, und daß diese niemals ein anderes Maß als die schlechte Geschwindigkeit darbieten würde, oder auch könnte, wenn gleich die Schätzung nach dem Quadrat eine ganz wahre und ungezweifelte Sache wäre. Es ist unmöglich, sage ich, daß sie aus dem Zusammenstoße der Körper sollte erkannt werden können, sie mag sich auch sonsten in tausend andern Fällen so offenbar zeigen, als man immer wolle.

§ 68.

Ausführung dieses Beweises.

Mein Beweis beruht auf folgendem.

Man ist darinnen eins, daß man sich der Bewegung der Körper durch den Stoß auf keine andere Art zu dem Endzwecke, davon wir reden, bedienen könne, als daß man die Kraft, welche ein bewegter Körper durch den Stoß in andere hineinbringt, wie die Wirkung ansieht, mit der man die Quantität der Ursache abmessen muß, die sich erschöpfet hat, sie hervorzubringen. Das ist, man muß die Größe der Ursache in denen Wirkungen aufsuchen, welche eine Folge derselben sind. Es versteht sich also schon von selbsten, daß man sich hiebei insbesondere darin wohl vorzusehen habe, daß man in den gestoßenen Körpern nur diejenige Kraft nimmt, welche wirklich

nichts anders ist, als die durch den Anlauf des andern Körpers unmittelbar hervorgebrachte Wirkung; denn sonst ist das ganze Maß, was man gesucht hat, betrüglich und unnütze. Es ist aber augenscheinlich: daß unmittelbar nach dem Augenblicke, darin der stoßende Körper in dem gestoßenen seine Wirkung verübt hat, alle Kraft, die sich alsdenn in diesem befindet, eine ungezweifelte Wirkung des Stoßes sei. Daher muß man sich nothwendig derselben und keiner andern bedienen, um sie zum Maße der Kraft, die der anlaufende Körper in Hervorbringung derselben aufgewandt hat, zu machen. Nun hat ein Körper, der seine Bewegung durch den Anstoß eines andern überkommt, sofort nach dem Augenblicke, darin der Stoß die Kraft in ihn hineingebracht hat, und wenn er also sich von der Berührung des anstoßenden noch nicht eine endliche Weite hat entfernen können, zwar schon alle die Kraft, die dieser ihm hat mittheilen können, allein noch keine wirkliche Bewegung, weil man ihm keine Zeit dazu gelassen hat, sondern nur eine bloße Bemühung zu derselben, mithin eine Kraft, die da todt ist und die schlechte Geschwindigkeit zu ihrem Maße hat. Also hat sich die Kraft, die in dem stoßenden Körper befindlich war, erschöpfet, um in dem andern eine Kraft zu erwecken, deren ganz genaue Schätzung niemals etwas anders als die bloße Geschwindigkeit sein kann, wenn man auch gleich durch eine Hypothese in dem stoßenden eine setzen wollte, die, ich will nicht sagen das Quadrat, sondern gar den Würfel, das Quadratoquadrat und wer weiß was vor Potenzen der Geschwindigkeit mehr zum Maße hätte.

Nun wäre es eine Ungereimtheit, die das Gesetz von der Gleichheit der Wirkung und der Ursache gänzlich umkehren würde, wenn man setzen wollte, daß eine Kraft, die die Schätzung nach dem Quadrat erfordert, eine andere hervorzubringen aufgewandt wäre, die nach der Geschwindigkeit allein geschätzet würde. Denn weil jene unendliche mal größer wie diese ist, so würde es eben so viel sein, als wenn man sagen wollte, der ganze Inhalt eines Quadrats wäre angewandt worden, eine Linie und zwar eine endliche Linie hervorzubringen. Daher ist es

klar, daß alle Gesetze sowohl elastischer, als unelastischer Körper niemals einen Beweis einer andern Schätzung, als der schlechten Geschwindigkeit darbieten werden, und daß sie schon ihrer Natur nach den lebendigen Kräften allemal müssen entgegen sein, man mag gleich alle seine Erfindungskraft erschöpfen, Fälle zu erdenken, die das Ansehen haben ihnen geneigt zu sein.

§ 69.

Weil im vorigen § alles darauf ankommt, daß man nur diejenige Kraft des fortgestoßenen Körpers zum Maße der Kraft des anlaufenden annimmt, welche unmittelbar nach dem Augenblicke der mitgetheilten Wirkung in jenem anzutreffen ist, und eben da er sich von der Berührung des anstoßenden losmachet, allein dennoch, noch ehe diese Bewegung schon wirklich geschehen ist, so zweifle ich nicht, daß dieses der Punkt sein werde, dawider die Herren, die ich itzo die Ehre habe, meine Gegner zu heißen, am meisten sich empören werden. Ich wollte, daß ich so glücklich wäre, ihnen mit folgendem zuvor zu kommen.

Fortgesetzter Beweis, daß man in dem Stoß der Körper nichts wie die Anfangs-Geschwindigkeit des gestoßenen zu erwägen habe.

Entweder ist die Kraft, die der gestoßene Körper hat, den Augenblick zuvor, ehe er sich von dem stoßenden entfernet, derjenigen Kraft gleich, die er hat, nachdem er sich schon wirklich beweget und von demselben entwichen ist, oder sie ist ihr nicht gleich. Ist das erste, so bedarf es nicht einmal meiner Einschränkung, sondern man kann die Kraft des gestoßenen Körpers nehmen, in welchem Augenblicke der Bewegung man will, man wird sie aber allenthalben der Geschwindigkeit schlechthin gemäß finden*), weil sie derjenigen gleich ist, die er hatte, ehe

*) Denn so lange die Bewegung des gestoßenen Körpers noch nicht wirklich geworden ist (so lange er nämlich sich von dem stoßenden noch nicht entfernet hat), so lange ist seine Kraft selber nach dem Geständnisse der Leibnizianer noch todt.

seine Bewegung wirklich war. Ist sie ihr nicht gleich, so will man ohnfehlbar hiemit so viel sagen, daß die Kraft, die in dem gestoßenen Körper befindlich ist, nachdem er sich schon von dem anstoßenden entfernet hat, größer sei, als sie in der Berührung war. Wenn aber dieses ist, so gestehe ich, daß dieses eben die Ursache sei, weswegen ich mich derselben nicht bedienen könne, um die Kraft des Anlaufs darnach zu schätzen. Denn wenn in dem gestoßenen Körper, da er sich von dem anlaufenden nach dem Stoße schon entfernet hat, ein Grad Kraft mehr ist, als wie in ihm war, so lange er diesen noch berührte: so ist dieser neue Grad Kraft auch keine Wirkung des anlaufenden Körpers, denn die Körper wirken nur so lange in einander, als sie sich berühren; sondern der erstere ist es allein. Daher kann man jene auch am füglichsten dazu brauchen, diejenige Kraft zu messen, die sich verzehrt hat, um sie hervorzubringen.

§ 70.

Wir haben die Schwierigkeiten glücklich überstiegen, die der Zusammenstoß der Körper dem alten Gesetze des Cartesius hätte machen können. Ich bilde mir ein, daß ich itzo kühnlich sagen könne, daß die Partei des Herrn von Leibniz ihm von dieser Seite nichts abgewinnen werde. Wir wollen uns bemühen, daß wir uns von den übrigen dieses auch rühmen können.

§ 71.

Von der Vertheidigung der lebendigen Kräfte durch die Zusammensetzung der Bewegung.

Lasset uns itzo diejenige Fälle in Erwägung ziehen, welche die Vertheidiger der lebendigen Kräfte von den zusammengesetzten Bewegungen der Körper zu Befestigung ihrer Schätzung entlehnet haben. Gleichwie eine schlimme Sache jederzeit das Merkmal an sich hat, daß sie sich gerne hinter dunkele und verwickelte Fälle verstecket, so hat auch die Partei der lebendigen Kräfte sich der Verwirrung

zu Nutze machen wollen, in die man leichtlich bei der Betrachtung der zusammengesetzten Bewegungen gerathen kann. Wir wollen uns bemühen, ihr die Decke der Dunkelheit abzuziehen, die den lebendigen Kräften bis daher einzig und allein geneigt gewesen. Herr Bülfinger hat sich um diese Art der Beweise am meisten verdient gemacht, und seine Gedanken sollen daher die ersten sein, die wir auf die Probe stellen wollen.

Wir finden seine Abhandlung in dem ersten Bande des *Commentarii Petropolitani*. Der Satz, der seinem ganzen Gebäude zum Grunde liegt, ist folgender (Fig. 10). Ein Körper *A*, der zwei Bewegungen zu

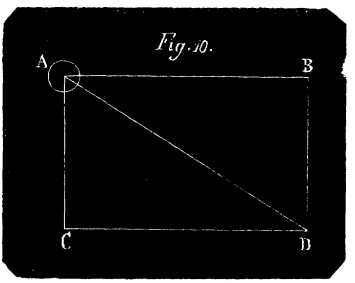


Fig. 10.

gleicher Zeit empfängt, eine nach der Richtung *AB* mit der Geschwindigkeit *AB* und eine andere nach einer Richtung, welche mit der vorigen senkrecht verbunden ist, mit der Geschwindigkeit *AC*, bewegt sich die Diagonallinie dieses rechtwinklichten Parallelogramms in eben der Zeit hindurch, darin er eine jedwede von den Seiten insbesondere durchlaufen würde. Es sind aber die nach den Seiten des Parallelogramms gerichteten Kräfte einander nicht entgegen gesetzt, mithin kann die eine der andern auch nichts entziehen, und also wird die Kraft, die der Körper hat, wenn er beiden nachgiebt, nämlich wenn er sich in der Diagonallinie beweget, denen Kräften nach den Seiten zusammen genommen gleich sein. Nun würde dieses nach Cartesens Schätzung nicht statt finden. Denn die Diagonallinie *AD* ist immer

kleiner, wie die zwei Seiten *AB* und *AC* zusammen genommen; allein auch in allen andern möglichen Schätzungen würde die Kraft, die der Körper mit der Geschwindigkeit *AD* hat, der Summe der Kräfte mit denen Geschwindigkeiten *AB* und *AC* niemalen gleich sein, als nur in dem einzigen Falle, da dieselben nach den Quadraten ihrer Geschwindigkeiten geschätzet werden. Hieraus schließt Herr Bülfinger: die Kraft eines Körpers, der in wirklicher Bewegung ist, könne durch nichts anders, als mit dem Quadrate seiner Geschwindigkeit abgemessen werden.

§ 72.

Herr Bülfinger hat in seinem Beweise nicht gänzlich geirret. Seine Schlüsse sind im Grunde der Sache vollkommen richtig; allein die Anwendung derselben ist eigentlich nur fehlerhaft und hat das Merkmal eines übereilten Urtheils an sich.

In welchem Verstande der Bülfingerische Beweis richtig sei.

Wenn man die Bewegung, die der Körper nach (Fig. 10) der Seite *AC* hat, so ansiehet, wie gewöhnlich ist, nämlich, daß der Körper mit derselben bemühet ist, die Fläche *CD* perpendicular zu stoßen, so ist gewiß, daß die andere Seitenbewegung in der Linie *AB* derselben in dieser Absicht gar nicht entgegen gesetzet sei, weil sie mit der Fläche *CD* parallel läuft, folglich den Körper weder zu derselben hinzu, noch von ihr abziehet. Eben desgleichen wird die Seitenbewegung *AC* der Bewegung in der andern Seite *AB* in Absicht auf die Wirkung, die der Körper mit ihr gegen die Fläche *BD* zu thun bemühet ist, gar nicht entgegen sein, weil sie mit dieser Fläche gleichfalls parallel läuft. Was folgt aber hieraus? Nichts weiter, als daß der Körper, wenn er diesen beiden Seitenbewegungen zugleich nachgiebt und die Diagonallinie durchläuft, gegen die Flächen *CD* und *BD* eben die Wirkungen auf einmal ausüben werde, als er in abgesonderter Bewegung durch die Seiten würde gethan haben. Der Körper

hat also in der Bewegung durch die Diagonallinie in Absicht auf die beiden Flächen *CD* und *BD* eine Kraft in sich, die der Summe beider Kräfte nach den Seiten gleich ist. Allein diese Gleichheit ist in ihm nur unter dieser Bedingung, die ich gesagt habe, anzutreffen.

§ 73.

Herr Bülfinger hat über den Sinn der Streitfrage hinausgeschlossen.

Herr Bülfinger band sich nicht an diese Bedingung, ohngeachtet er sich dazu durch die Natur seines Beweises hätte genöthigt finden sollen. Er schloß gerade zu: Also hat der Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie eine Kraft in sich, die der Summe beider Seitenkräfte gleich ist.

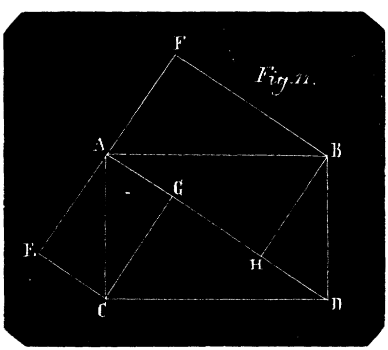
Dieser so uneingeschränkt vorgebrachte Satz nimmt ordentlicher Weise eine Bedeutung an, die von dem Sinne der Schlußfolge in dem Bülfingerischen Beweise weit entfernet ist. Denn wenn man sagt: ein Körper, der die oder jene Geschwindigkeit besitzet, hat diese oder jene Kraft in sich, so verstehet man darunter die Kraft, die er in der geraden Richtung seiner Bewegung und auf einen Gegenstand, den er perpendicular anstößet, ausüben würde. Man muß also, wenn auf eine so eingeschränkte Weise die Rede von der Kraft eines Körpers ist, ihre Größe in keiner andern Bedeutung, als in dieser zu bestimmen suchen, sonst glaubt man, der Körper habe in der geraden Richtung seiner Bewegung eine gewisse Kraft in sich, die er doch nur zur Seite bei einer gewissen Lage des Gegenstandes, den er anstößt, ausüben kann. Herr Bülfinger, der dieses aus der Acht gelassen hat, ist hiedurch der Beschuldigung einer *fallaciae ignorationis elenchi* ausgesetzet worden. Denn er hat den Sinn der Streitfrage verlassen, und an statt daß er hätte beweisen sollen, der Körper werde in der Bewegung durch die Diagonallinie einen Gegenstand, der der Richtung dieser seiner Bewegung perpendicular entgegen gesetzt ist, mit einer Kraft

stoßen, die der Summe der Kräfte, womit er durch die abgesonderte Seitenbewegungen die ihm unterliegende Flächen anstoßen würde, gleich ist, so bewies er, daß derselbe das Aggregat dieser Kräfte zwar ausübe, aber nur gegen die zwei Seitenflächen *CD* und *BD* und nicht gegen die seiner Bewegung gerade entgegen gesetzte Perpendicularfläche.

§ 74.

Eben derselbe Beweis ist in Absicht auf den Punkt, warum gestritten wird, fehlerhaft.

Es kommt also alles nur darauf an, daß ich beweise: ein in der Diagonallinie *AD* bewegter Körper habe in der geraden Richtung *AD* nicht die Summe



derer Seitenkräfte zusammen in sich. Ich brauche hiezu nichts weiter, als daß ich eine jedwede von den Seitenbewegungen als zusammengesetzt ansehe, wie die Mathematiker es zu thun gewohnt sind (Figur 11). Die Seitenbewegung *AB* sei demnach aus der Bewegung *AF* und *AH*, die Seitenbewegung *AC* im Gegentheil aus den Bewegungen *AE* und *AG* zusammengesetzt. Weil nun sowohl die Bewegung *AF*, als auch *AE* einander gerade widerstreiten, mithin, weil sie gleich sind, sich auch aufheben, so sind nur die Bewegung mit der Geschwindigkeit *AH* und die mit

der Geschwindigkeit *AG* übrig, womit der Körper in der Richtung der Diagonallinie fortfähret; und also ist nicht die ganze Kraft der beiden Seitenbewegungen in der Richtung der Diagonallinie vorhanden, sondern es ist in dieser Absicht nur ein Theil von derselben anzutreffen. Ferner, weil die Bewegungen *AF* und *AE* ohnedem mit der Fläche *BH*, die der Körper in der Diagonalbewegung perpendicular anstößt, parallel laufen, mithin keine von beiden dieselbe treffen kann, so siehet man sowohl aus diesem als dem vorhergehenden, der Körper werde den seiner Bewegung durch *AD* senkrecht entgegen gesetzten Gegenstand nicht mit der Summe der Kräfte nach den Seiten *AC* und *AB* anstoßen.

§ 75.

Schluß hieraus.

Es ist itzo alles abgethan. Denn nunmehro wissen wir, daß ein Körper in der Bewegung durch die Diagonallinie gegen einen senkrecht entgegenstehenden [entstehenden] Vorwurf nicht die ganze Summe beider Seitenkräfte ausübe, die der Körper mit jedweder von seinen Seitenbewegungen gegen die ihnen gleichfalls perpendicular entgegengesetzte Flächen besitzet. Hieraus folget nothwendig: die Kraft sei in der Bewegung durch die Diagonallinie kleiner, als beide Seitenkräfte zusammen genommen; folglich könne die Kraft eines Körpers nicht nach dem Quadrate seiner Geschwindigkeit geschätzet werden; denn in dieser Art der Schätzung würde gedachte Gleichheit nothwendig müssen angetroffen werden, die doch in der That nicht anzutreffen ist.

§ 76.

Aus dem Bülfingerischen Falle werden die lebendigen Kräfte selber widerleget.

Wir wollen uns hieran nicht begnügen. An statt daß wir uns vor den Schlüssen des Herrn Bülfingers fürchten sollten, wollen wir sie lieber willig ergreifen,

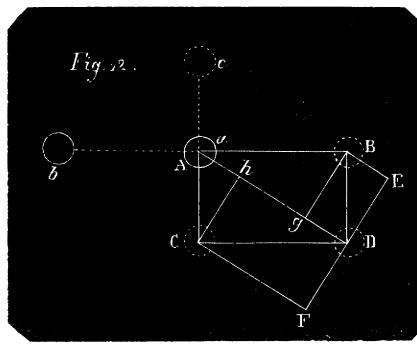
um des Cartesens Gesetze dadurch zu beweisen. Eine gute Sache hat allemal dieses Merkmal an sich, daß selbst die Waffen der Gegner zur Vertheidigung derselben dienen müssen, und wir haben mehr wie einmal gesehen, daß die unsrige sich auch dieses Vorzuges rühmen könne (Figur 11). Die Seitenbewegung *AB* bringet nach dem, was itzo erwiesen worden, in die Richtung der Diagonallinie keine andere Geschwindigkeit, als nur die Geschwindigkeit *AH*, womit der Körper in abgesonderter Bewegung die Fläche *BH* perpendicular treffen würde. Ferner bringt die andere Seitenbewegung *AC* vor sich allein in die Richtung der Diagonallinie nur die Geschwindigkeit *AG*, womit der Körper die Fläche *CG* senkrecht anstoßen würde. Aus den Kräften, welche diese beide Bewegungen *AH* und *AG* mit sich führen, ist nun die ganze Kraft der Diagonallinie zusammengesetzt, und was also in jenen beiden nicht anzutreffen ist, das wird in dieser auch nicht vorhanden sein; denn sonst würde in der Summe mehr enthalten sein können, als in denen *Summandis* zusammen. Es soll also die Kraft mit der Geschwindigkeit *AD* der Kraft mit der Geschwindigkeit *AH plus* der Kraft mit der Geschwindigkeit *AG* gleich sein; und es frägt sich, was vor Potenzen von *AH*, von *AG* und von *AD* man nehmen müsse, damit die Summe der beiden ersten der letztern gleich sei. Hier ist es aus den leichtesten Gründen der Arithmetik klar, daß, wenn man die Kräfte durch eine Potenz der Linien *AH*, *AG* und *AD* schätzen wollte, die größer ist, als die erste Potenz, die auf diese Weise geschätzte Kraft des Körpers mit der Geschwindigkeit *AD* größer sein würde, als die Summe der Kräfte mit denen Geschwindigkeiten *AH* und *AG*; wenn man aber eine kleinere Function (wie Herr Bülfinger sich ausdrückt) als die Function der schlechten Geschwindigkeiten nehmen wollte, so würde das Aggregat der Theilkräfte größer sein, als die ganze daraus entsprungene Kraft, welche die Geschwindigkeit *AD* zum Merkmal hat; im Gegentheil werden sie gleich befunden werden, wenn alles zusammen nach der bloßen Geschwindigkeit geschätzet wird. Hieraus folget: man müsse entweder die Kräfte

in Proportion der Geschwindigkeiten *AH*, *AG* und *AD* setzen, oder zugeben, daß das Aggregat kleiner, oder größer sein könne, als die *Aggregandi* zusammen.

§ 77.

Eben dieselbe Widerlegung auf eine andere Art.

Wir können eben dasselbe auch auf eine andere Art darthun. Wir nehmen wie Herr Bülfinger an daß die Seitenkräfte *AB* und *AC* (Fig. 12) dem Körper *a* durch den Stoß zweier gleicher Kugeln mit den Geschwindigkeiten *ba* = *AB* und *ca* = *AC*



mitgetheilt werden, und daß diese beide zugleich geschehene Antriebe die Bewegung und Kraft durch die Diagonallinie veranlassen. Wir wollen aber, weil es einerlei ist, annehmen, daß diese Kugeln aus *C* und *B* ausliefen und den Körper *a* im Punkte *D* mit den Geschwindigkeiten *CD* = *ba* und *BD* = *ca* anstießen. Es ist unleugbar, daß der Körper *a* in diesem Orte von gedachten Kugeln eben die Kraft erhalten werde, als er im Punkte *A* erhalten konnte; denn der Ort macht gar keinen Unterscheid, da alles übrige sonst gleich ist. Es frägt sich also: was vor eine Kraft die Kugel *a* im Punkte *D* von diesen zwei zu gleicher Zeit in ihn geschehenen Stößen *BD* und *CD* gegen die Perpendicularfläche *FE* erhalten

wird? Ich antworte: die Kugel *B* wird dem Körper *a* mit der Bewegung *BD* eigentlich nur die Geschwindigkeit *BE* in Absicht auf die Wirkung in diese Fläche ertheilen, und von dem Anlaufe der Kugel *C* mit der Geschwindigkeit *CD* wird eben derselbe Körper *A* nur die Geschwindigkeit *CF* erlangen, womit er im Punkte *D* in die Fläche *FE* wirken kann. Denn die andere zwei Bewegungen, *Bg* und *Ch*, welche *a* annoch von diesem zwiefachen Stoße erhalten hat, gehen mit der Fläche parallel, folglich treffen sie dieselbe nicht, sondern vernichten sich vielmehr einander, weil sie einander entgegen gesetzt und gleich sein. Es haben also beide Seitenkräfte *BD* und *CD*, oder, welches eben so viel ist, *AC* und *AB* dem Körper in Absicht auf die Fläche, die er in der Diagonalbewegung perpendicular trifft, nur eine solche Kraft ertheilet, die der Summe der Kräfte mit den Geschwindigkeiten *BE* und *CF* gleich ist; folglich erstlich nicht ihre ganze Kräfte, zweitens eine solche Kraft, von der hier eben so augenscheinlich, als im vorigen § erhellet, daß sie sich zu denen, aus welchen sie zusammen gesetzet ist, wie die Geschwindigkeit *AD* zu den Geschwindigkeiten *CF* und *BE* und nicht wie die Quadrate derselben verhalten müsse.

§ 78.

Die gerade Kraft in der Diagonallinie ist nicht der Summe der Kräfte nach den Seiten gleich.

Wir sehen aus der bisherigen Betrachtung, daß, wenn man voraussetzet, die nach den Seiten des Parallelogramms in der Diagonalbewegung ausgeübten Kräfte wären zusammen der Kraft in der Richtung der Diagonallinie gleich, hieraus folge, daß man die Kräfte nach den Quadraten der Geschwindigkeit schätzen müsse. Allein wir haben zugleich erwiesen, daß diese Voraussetzung falsch sei, und daß diejenige Wirkungen, die ein Körper in schräger Bewegung ausübet, bis alle seine Kraft in ihm erschöpfet ist, allemal größer sei, als dasjenige, was er durch einen perpendicularen Stoß ausrichten würde.

Diese Beobachtung hat das Ansehen eines paradoxen Satzes. Denn es folget hieraus, ein Körper könne in Ansehung gewisser ihm auf eine besondere Art entgegenstehender Flächen mehr Kraft ausüben, als man voraussetzet, daß er gar bei sich habe. Denn so viel Kraft sagt man, daß ein Körper habe, als er durch einen senkrechten Stoß gegen eine unüberwindliche Hinderniß aufwendet.

Wegen der metaphysischen Auflösung dieser Schwierigkeit dürfen wir nur immerhin unbekümmert sein, denn es mag hiemit beschaffen sein, wie es wolle, so thut die Mathematik doch einmal den Ausspruch, und nach ihrem Urtheile kann man nicht länger zweifeln.

§ 79.

In der Leibnizischen Kräftenschätzung ist die Summe der in schräger Richtung ausgeübten Kräfte der Diagonalkraft gleich; allein bei der Cartesianischen ist jene oftermals unendliche mal größer als diese.

Aus der Zertheilung der Bewegung ist klar, daß, wenn ein Körper nach einander gegen viele Flächen in schräger Richtung anläuft, er seine Bewegung alsdenn gänzlich verliere, wenn die Summe der Quadrate aller *Sinuum angulorum incidentiae* dem Quadrate des *Sinus totius*, der die erste Geschwindigkeit seiner Bewegung anzeiget, gleich ist. Bis dahin sind alle Mechaniker einig, die Cartesianer hievon nicht ausgenommen. Allein hieraus folget vor die Leibnizianer insbesondere, daß der Körper, wenn man die Schätzung nach dem Quadrat statt finden lässet, alsdenn alle seine Bewegung verloren habe, wenn die in schräger Richtung ausgeübten Kräfte alle zusammen der Kraft, die ihm in gerader Bewegung beiwohnet, gleich sind. Hingegen nach der Cartesianischen Schätzung verhält es sich hiemit ganz anders. Die Kräfte, die der Körper durch viele nach einander folgende Stöße in schräger Richtung ausübet, bis alle seine Bewegung verzehret ist, sind nach derselben zusammen viel größer, als die einzige unzertheilte Kraft, die er in gerader Bewegung besitzet. Also

hat alsdenn der Körper seine Bewegung noch nicht verloren, wenn die Summe aller in zertheilter Bewegung ausgeübten Kräfte seiner ganzen unzertheilten Kraft schon gleich ist. Denn ein Körper kann in Ansehung vieler schiefen Flächen weit mehr ausrichten, als gegen diejenige, die er in gerader Richtung perpendicular anstößt, und zwar dergestalt, daß (wenn man annimmt, die Neigung des Stoßes geschehe auf alle schiefe Flächen in gleichen Winkeln), sich die Größe der Kraft, die da nöthig ist, um einem Körper durch schräg entgegengesetzte Hindernisse seine Kraft zu verzehren, zu derjenigen, welche in gerader Richtung dieselbe aufheben würde, verhalte, wie der *Sinus totus* zu dem *Sinui* des Einfallswinkels. Sie ist also z. E., wenn der *Sinus totus* zum *Sinui anguli incidentiae* wie 2 : 1 ist, auch zweimal so groß als diese, wenn er wie 8 : 1 ist, achtmal, und wenn dieser unendlich klein ist, auch unendlich mal größer, als die Gewalt der Hindernisse, die genug gewesen wäre, um ihm in gerader entgegengesetzter Richtung seine ganze Bewegung zu verzehren. Also nimmt nach der Leibnizischen Schätzung eine gewisse Hinderniß einem Körper seine Kraft gänzlich, die ihm doch von eben derselben in eben derselben Richtung nach der Schätzung des Cartesius nur unendlich wenig zu vernichten vermag, d. i. bei der Schätzung nach dem Quadrat ist der Verlust der Kraft des bewegten Körpers, wenn die ganze Gewalt der summirten Hindernisse, die er überwunden hat, endlich ist, auch endlich, der Körper mag nun diese Hindernisse in so schiefer Bewegung überwältigt haben, als man wolle; hingegen bei der Schätzung nach den Geschwindigkeiten kann die gesammte Kraft der ausgeübten Wirkungen eines Körpers endlich sein und der Verlust der Kraft des Körpers dennoch unendlich klein, wenn nur der Winkel, in welchem er alle diese Hindernisse überwindet, unendlich klein ist.

Dieser Unterscheid ist erstaunlich. Es muß sich hievon irgendwo in der Natur eine Wirkung zeigen, sie sei auch, wo sie wolle, und es wird sich der Mühe verlohnen, sie aufzusuchen. Denn die Folge derselben wird nicht allein diese sein, daß man ent-

scheiden könne, ob die Kraft eines Körpers in der Diagonallinie eines rechtwinklichten Parallelogramms der Summe der Seitenkräfte gleich sei oder nicht, sondern auch, ob die Schätzung des Herrn von Leibniz, oder die des Cartesius die wahre sei; denn die eine Frage ist mit der andern unzertrennlich verbunden.

§ 80.

Die lebendigen Kräfte werden durch einen neuen Fall widerlegt.

Die Bewegung eines Körpers in einer Cirkellinie um einen Mittelpunkt, gegen den er durch seine Schwere gezogen wird (von welcher Art die Bewegungen der Planeten sind), ist der Fall, den wir suchen.

Lasset uns einen Körper annehmen, der einen hinlänglichen Centrifugalschwung erhalten hätte, um die Erde in einer Cirkellinie zu laufen. Lasset uns auch von allen Hindernissen außer der Schwere abstrahiren, die seine Bewegung vermindern könnten; so ist gewiß, daß erstlich die Geschwindigkeit seiner Bewegung endlich sein, hernach zweitens mit eben demselben Grade in eben derselben Linie unvermindert ins Unendliche fortwähren werde. Diese zwei Lehnsätze setze ich zum Grunde, denn sie sind von beiden Parteien, der Leibnizischen sowohl als der Cartesianischen, gebilliget. Ich setze ferner drittens zum Grunde, daß die Schwere in einen Körper, der sich frei beweget, in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft hineinbringe, oder auch in demselben verzehre, wenn die beiden Kräfte, die, welche dem Körper beiwohnet, und die, womit die Schwere drücket, einander entgegen wirken. Nun ist der angenommene Körper, der um den gegebenen Mittelpunkt in einem Cirkel läuft, dem Drucke der Schwere unaufhörlich ausgesetzet und erleidet also durch die Summe aller unendlich kleinen Schwerdrückungen in einer endlichen Zeit eine endliche Kraft, womit er gegen den Mittelpunkt seiner Umwendung getrieben wird, *per Lemma* 3. Indessen hält der Körper durch seine eigen-

thümliche Kraft allen diesen in ihn geschehenen Drückungen das Gleichgewicht, indem er sich immer in eben derselben Entfernung von dem Mittelpunkte erhält. Also hat er in jedweder endlichen Zeit auch eine endliche Kraft in Ansehung der überwundenen Hindernisse der Schwere ausgeübet. Nun ist aus dem, was wir § 79 ersehen haben, klar, daß, wenn ein Körper in schiefer Richtung eine gewisse Anzahl Hindernisse überwunden hat, die zusammen eine endliche Größe der Kraft betragen, er hiebei zugleich (wenn man die Leibnizische Schätzung zugiebt), an seiner ihm beiwohnenden Kraft einen Verlust von einer endlichen Größe erleiden müsse. Folglich verlieret der angenommene Körper in jedweder endlichen Zeit seines Cirkellaufes durch die Zurückhaltungen der Schwere eine endliche Kraft und also in einer gewissen bestimmten Zeit seine ganze Kraft und Geschwindigkeit; denn die Geschwindigkeit, die er in seinem Kreislaufe besitzet, ist nur endlich. *Lemma* 1.

Er kann also entweder gar nicht in einem Cirkel laufen, es sei denn, daß er eine unendliche Geschwindigkeit habe, oder man muß zugeben, daß ein Körper durch die Summe aller schrägen Wirkungen hier unendlich viel mehr ausrichten könne, als er in geradem Anlaufe Kraft besitzet, und daß das Leibnizische Kräftenmaß, das dieses nicht zugiebt, falsch sei.

§ 81.

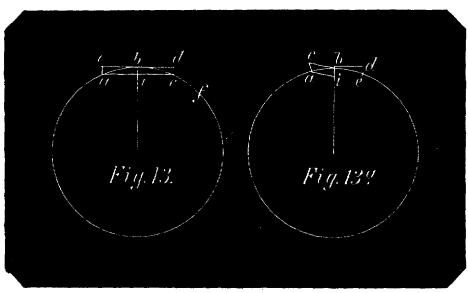
Weil der Gedanke, den wir hier ausgeführet haben, sehr fruchtbar von Folgen ist, so wollen wir alle kleine Schwierigkeiten um ihn wegräumen und denselben, so viel möglich ist, klar und eben machen.

Erweis, daß ein in einem Cirkel laufender Körper gegen die Schwere eben so eine Wirkung ausübe, als wenn er gegen eine schiefe Fläche anliefe.

Man muß zuerst deutlich begreifen lernen, daß die Kraft, die der bewegte Körper in der Cirkelbewegung anwendet, der Schwere das Gleichgewicht zu halten, eine schräge Wirkung ausübe und mit dem Anlaufe eines Körpers gegen eine schiefe Fläche

zu vergleichen sei, so wie wir es wirklich im vorigen § gethan haben.

Man stelle sich zu diesem Endzwecke die unendlich kleine Bogen, die der Körper in seiner Cirkelbewegung durchläuft, als so viel unendlich kleine gerade Linien vor, so wie man auch in der Mathematik gewöhnlich den Cirkel als ein Polygon von unendlich viel Seiten ansiehet (Fig. 13). *) Der Körper der nun die unendlich kleine Linie *ab* durchgelaufen ist, würde, wenn ihm die Schwere keine Hinderniß entgegen setzte, die gerade Richtung dieser Bewegung fortsetzen und in dem zweiten unendlich



kleinen Zeittheile in *d* sein. Allein durch den Widerstand der Schwere wird er genöthiget, diese Richtung zu verlassen und die unendlich kleine Linie *be* zu beschreiben. Diese Hinderniß der Schwere hat ihm *per resolutionem virium* also die Seitenbewegung *ac* genommen, welche durch die Perpendikellinie *ac* aus-

*) Zu Figur 13 bemerkt Lasswitz Akademieausgabe Bd. I p. 32: Soll die Figur richtig sein, so muß *cbd* Tangente in *b* und *aie* dazu parallel sein. Die Zerlegung der wirklichen Bewegung in Bogenelement *be* findet statt in *bd* und *bei*, wovon *bi* (= *de*) durch die Schwere vernichtet wird. (Diese repräsentiert die Zentrifugalkraft $bi = be^2$.) Nur bei dieser Korrektur stimmen die Ausführungen § 84. Es ist daher die in Figur 13 *a* reproduzierte Kantische Figur durch Figur 13 ersetzt.

gedrückt wird, die auf die bis in c verlängerte Linie bd [be] gefället worden. Es erleidet also der Körper durch die Hinderniß der Schwere im Punkte b eben denselben Widerstand, den er von einer Fläche cd [ce] würde erlitten haben, gegen die er unter dem Winkel abc angelaufen wäre; denn die Hinderniß, welche diese Fläche ihm entgegensetzet, wird eben so wie hier durch die kleine Perpendikellinie ac ausgedrücket. Also kann man die Kraft, die ein Körper in seiner Cirkelbewegung gegen die Schwere ausübet, welche ihn herunter ziehet, mit dem Anlaufe desselben gegen schiefe Flächen ganz wohl vergleichen und auch auf eben die Weise wie diese schätzen. W. Z. E.

§ 82.

Der dritte von den angenommenen Grundsätzen unseres Beweises im 80ten § scheinet zweitens noch einiger Bestätigung zu bedürfen; zum wenigsten kann man, wenn man mit solchen Gegnern zu thun hat, auch in Ansehung der augenscheinlichsten Wahrheiten nicht behutsam genug sein, denn der Streit von den lebendigen Kräften hat uns hinlänglich überführet, wie viel die Parteilichkeit in Ansehung gewisser Meinungen gewaltiger und einnehmender sein könne, als die nackte Stärke der Wahrheit, und wie weit sich die Freiheit des menschlichen Verstandes erstrecke, bei den augenscheinlichsten Wahrheiten annoch zu zweifeln, oder sein Urtheil aufzuschieben.

Der kreislaufende Körper thut in jedweder endlichen Zeit gegen die Hindernisse der Schwere eine Wirkung einer endlichen Kraft.

Ich könnte mich wegen des Satzes, daß die Schwere in einen Körper, der sich frei beweget, in jedweder gegebenen endlichen Zeit auch eine endliche Kraft hinein bringe, auf den 32ten § berufen; allein derselbe hat an den Vertheidigern der lebendigen Kräfte schon seine Gegner, und es ist besser, sie mit ihren eigenen Waffen niederzuschlagen. Der angenommene Körper, der in seiner Kreisbewegung in

einer endlichen Zeit den Bogen *af* durchgelaufen ist, empfängt die Drucke aller der Federn der Schwere, welchen er in dem ganzen endlichen Raume *af* unaufhörlich ausgesetzet ist. Nun bringen selbst nach dem Geständnisse derer Leibnizianer die in einem gewissen endlichen Raume befindliche Federn der schwermachenden Materie, die ihren Druck einem Körper durchgehends mittheilen, in denselben eine endliche Kraft: ergo &c.

§ 83.

Der Schluß.

Demnach bestehet die in zertheilter Bewegung ausgeübte Kraft, wenn sie dem Quadrate der Seiten des rechtwinklichten Parallelogramms proportional geschätzet wird, sogar nicht mit den allerbekanntesten Gesetzen der Kreisbewegung der Körper und mit den Centralkräften, die sie verüben. Es sind also die Seitenkräfte in jedweder zusammen gesetzten Bewegung nicht, so wie die Leibnizische Schätzung es erfordert, in der Proportion der Quadrate von ihren Geschwindigkeiten, und eben daher ist der Schluß auch allgemein: daß die Schätzung nach dem Quadrat gänzlich irre; denn eine jede Bewegung kann als zusammengesetzt angesehen werden, wie aus den ersten Grundlehren der Mechanik bekannt ist.

§ 84.

Wie die Cartesianische Schätzung dieser Schwierigkeit abhelfe.

Es ist noch nöthig anzumerken, wie vortrefflich die Cartesianische Kräftenschätzung der Schwierigkeit abhilft, unter der die Leibnizische erlieget, wie wir jetzo ersehen haben.

Es ist aus der Mathematik bekannt, daß die kleine Linie *ac* (Fig. 13), die dem *Sinui verso bi* des unendlich kleinen Bogens *ab* parallel und gleich ist, ein unendlich Kleines vom zweiten Grade sei und also unendliche mal kleiner als die unendlich kleine Linie *ab*. Nun ist aber *ac* der *Sinus* des Winkels, womit der Körper allenthalben in seiner Kreisbewegung dem

Drucke der Schwere entgegen wirket, und *ab*, als ein unendlich kleiner Theil der absoluten Bewegung des Körpers selber, ist der *Sinus totus* desselben. Es ist aber aus dem vorher erwiesenen § 79 bekannt, daß, wenn ein Körper in schiefer Bewegung dergestalt gegen eine gewisse Hinderniß wirket, daß der *Sinus* des Einfallswinkels in Ansehung des *Sinus totius* durchgehends unendlich klein ist, die durch die Hindernisse verlorne Kraft gegen die gesammte Gewalt aller überwundenen Hindernisse bei der Cartesianischen Schätzung unendlich klein sei. Also verlieret der Körper in seinem Cirkellaufe durch die Drucke der Schwere nicht eher eine endliche Kraft, als bis er in der ganzen Summe aller derer Zurückhaltungen der Schwere eine Kraft, die unendlich groß ist, überwunden hat. Nun beträget aber die Summe aller Schwerdrückungen eine endliche Zeit hindurch nur eine endliche Kraft (§ 80. *Lemma* 3), und folglich nicht eher eine unendliche Kraft, als nach einer unendlichen Zeit: also verlieret der Körper, der um einen Mittelpunkt, gegen welchen er durch seine Schwere gezogen wird, in einem Cirkel läuft, durch die Hindernisse der Schwere nur in einer unendlichen Zeit eine endliche Kraft und folglich in jedweder endlichen Zeit unendlich wenig. Hingegen würde der Verlust bei der Leibnizischen Schätzung in eben diesen Umständen in jeder endlichen Zeit etwas Endliches betragen (§ 80); folglich ist die Cartesianische Schätzung in diesem Falle der Schwierigkeit nicht unterworfen, welcher die Leibnizische, wie wir gesehen haben, allemal ausgesetzet ist.

§ 85.

Noch ein neuer Widerspruch, welchem die lebendigen Kräfte hier ausgesetzt sein.

Der Einwurf, den wir jetzo den lebendigen Kräften gemachet haben, entdecket zugleich eine seltsame Art des Widerspruches in der Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat. Denn jedermann ist darin einig, daß die nach dem *Rectangulo* der in sich selbst multiplicirten Geschwindigkeit geschätzte Kraft unendlich mehr Ge-

walt haben müsse, als diejenige, die nur durch das schlechte Maß der Geschwindigkeit ausgedrücket wird, und daß sie in Ansehung dieser letztern dasjenige sei, was die Fläche gegen die Linie ist. Allein hier zeiget sich gerade das Gegentheil, nämlich, daß in dem Falle, den wir gesehen haben, da beide Arten von Kraft in ganz gleiche Umstände zu wirken gesetzet werden, die Leibnizische unendlich weniger vermöge, als die Cartesianische und durch unendlich weniger Hindernisse verzehret werde, als diese, welches ein Widerspruch ist, der nicht größer kann gedacht werden.

§ 86.

Die Zerstörung des allgemeinen Grundsatzes von der in zusammengesetzter Bewegung befindlichen gleichen Größe der Kraft mit der einfachen wirft zugleich viele Fälle mehr über den Haufen, die die Verfechter der lebendigen Kräfte auf eben diesem Grunde erbauet haben.

Widerlegung des Bernoullischen Falles von der Spannung 4 gleicher Federn.

Der Bernoullische Fall, den Herr von Wolf in seiner Mechanik anführet, ist einer von den ansehnlichsten unter denselben. Er nimmt 4 Federn an, die alle gleiche Kraft nöthig haben, gespannet zu werden. Er lässet ferner einen Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter einem Winkel von 30 Graden, dessen *Sinus* wie 1 ist, gegen die erste, hernach mit dem Überreste der Bewegung unter einem Winkel, dessen *Sinus* gleichfalls wie 1 ist, gegen die zweite und so auch gegen die dritte und endlich gegen die vierte Feder perpendicular anlaufen. Eine jedwede von diesen Federn nun spannet dieser Körper; er übet also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft aus; folglich hat er sie gehabt, denn sonst hätte er sie nicht ausüben können. Daher ist die Kraft dieses Körpers nicht wie seine Geschwindigkeit 2, sondern wie das Quadrat derselben.

Ich verlange es nicht zu behaupten, daß der

Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit unter keinerlei Umständen 4 Grade Kraft ausüben könne. Allein er kann sie nur in schiefem Anlaufe ausüben, und es ist genug, daß wir bewiesen haben, seine Kraft sei in geradem Anlaufe doch jederzeit nur wie 2 und in schräger Bewegung allemal größer als in der perpendicularen. Jedermann schätzet aber die Kraft eines Körpers nach der Gewalt, die in senkrechtem Stoße in ihm anzutreffen ist. Also ist in derjenigen Art der Wirkung, die ohne Zweideutigkeit ist, darin alle Gegner zusammen stimmen, daß sie das wahre Maß der Kraft sei, der Vortheil auf der Seite des Cartesius gegen die Partei der lebendigen Kräfte.

§ 87.

Es gründet sich endlich auf die Zusammensetzung der Bewegung noch ein Fall, den man wohl den Achilles unserer Gegner nennen könnte.

Des Herrn von Mairans Einwendung gegen den Hermannschen Fall.

Er bestehet hierin: Ein Körper *A*, der 1 zur Masse und 2 zur Geschwindigkeit hat, stösset auf einmal unter einem Winkel von 60 Graden zweene Körper *B* und *B*, die jeder zur Masse 2 haben. Hier bleibet der stoßende Körper *A* nach dem Stoße in Ruhe, und die Körper *B* und *B* bewegen sich jeder mit einem Grade Geschwindigkeit, folglich beide zusammengenommen mit 4 Graden Kraft.

Der Herr von Mairan hat sehr wohl wahrgenommen, wie seltsam und paradox es herauskomme, daß ein besonderer und nur auf gewisse Umstände eingeschränkter Fall eine neue Kräftenschätzung beweisen sollte, die sich doch, wenn sie wahr wäre, ohne Unterscheid bei allen und jeden Umständen hervorthun müßte. Die Leibnizianer sind jederzeit so kühn zu verlangen, daß, wenn ein Körper 4 Grade Kraft ausübet, es sei auch, in welcher Art es wolle, man allemal sicher sagen könne, er werde eben dieselbe Kraft auch in senkrechter Richtung ausüben; allein in diesem gegenwärtigen Falle ist es augen-

scheinlich, daß alles auf eine bestimmte Anzahl der Elemente, welche bewegt werden sollen, und auf eine bestimmte Lage derselben gegen den stoßenden Körper ankomme, daß folglich die Sache sich ganz anders verhalten werde, wenn diese Bestimmungen geändert würden, mithin daß man sich sehr betrüge, wenn man so schließet: der Körper hat in diesen Umständen diese oder jene Kraft verübet, also muß er (gerade zu ohne alle Einschränkung zu reden) auch diese oder jene Kraft haben und sie, wenn man will, auch in senkrechter Wirkung heraus lassen.

Ich habe mich itzt nur bemühen wollen, den Sinn des Gedankens des Herrn von Mairan auszudrücken, welchen er in seiner Antwort auf die Einwürfe, die ihm die Frau von Chastelet in ihrer Naturlehre gemacht hatte, dem Hermannischen Falle entgegen setzte. Allein mich dünkt, die ganze Sache könne viel leichter und überzeugender vermittelst desjenigen, was wir bis daher in Ansehung der Zusammensetzung und Zertheilung der Kräfte angemerkt haben, abgethan werden, und sie sei auch größtentheils hiedurch schon abgethan; weswegen ich glaube, der Leser dieser Blätter werde mich leichtlich durch Herbeiziehung dessen, was ich hiebei erinnert habe, einer ferneren Weitläuftigkeit überheben.

§ 88.

Der Herr von Mairan ist der einzige unter den Vertheidigern des Cartesius, der über die Wahl der Gründe, worauf die Leibnizianer eine neue Kräftenschätzung bauen wollen, einige Betrachtungen angestellet hat; allein er hat es auch nur in dem einzigen Falle gethan, den wir im vorigen §pho angezogen haben. Diese Gattung der Untersuchung scheinet von nicht großer Erheblichkeit zu sein, wenn man sie obenhin ansiehet, allein sie ist in der That von ganz vortrefflichem Nutzen, so wie irgend nur eine Methode in der Kunst zu denken sein mag.

Nutzbarkeit dieser Methode des Herrn von Mairan.

Man muß eine Methode haben, vermittelst welcher man in jedwedem Falle durch eine allgemeine Er-

wägung der Grundsätze, worauf eine gewisse Meinung erbauet worden, und durch die Vergleichung derselben mit der Folgerung, die aus denselben gezogen wird, abnehmen kann, ob auch die Natur der Vordersätze alles in sich fasse, was in Ansehung der hieraus geschlossenen Lehren erfordert wird. Dieses geschiehet, wenn man die Bestimmungen, die der Natur des Schlußsatzes anhängen, genau bemerket und wohl darauf Acht hat, ob man auch in der Construction des Beweises solche Grundsätze gewählt habe, die auf die besondere Bestimmungen eingeschränkt sind, welche in der Conclusion stecken. Wenn man dieses nicht so befindet, so darf man nur sicher glauben, daß diese Schlüsse, die auf eine solche Art mangelhaft sind, nichts beweisen, ob man gleich noch nicht entdecken kann, worin der Fehler eigentlich liege, und wenn dieses gleich niemals bekannt würde. Also habe ich z. E. aus der allgemeinen Erwägung der Bewegungen elastischer Körper geschlossen, daß die Phänomena, die sich durch ihren Zusammenstoß hervorthun, unmöglich eine neue Kräftenschätzung, die von der Cartesianischen verschieden ist, beweisen könnten. Denn ich erinnerte mich, daß ja alle diese Phänomena von den Mechanikern aus der einzigen Quelle des Products der Masse in die Geschwindigkeit zusammt der Elasticität aufgelöset werden, wovon man den Leibnizianern hundert Proben aufzeigen kann, die alle die grössesten Geometrer zu Urhebern haben, und welche man sie selber unzählige mal durch ihren eigenen Beifall bestätigen siehet. Also, schloß ich, kann dasjenige, was bloß durch die nach dem schlechten Maße der Geschwindigkeit geschätzte Kraft hergebracht worden, auch von keiner andern Schätzung, als nur von der nach der Geschwindigkeit ein Beweisthum abgeben. Ich wußte damals noch nicht, wo eigentlich der Fehler in den Schlüssen der Leibnizianer über den Zusammenstoß elastischer Körper zu suchen sei, allein nachdem ich auf die angezeigte Art überführet worden, es müsse irgendwo in denselben ein Fehlschluß stecken, er sei auch so verborgen, wie er wolle, so wandte ich alle Aufmerksamkeit an, ihn aufzusuchen, und mich

deucht, daß ich ihn an mehr wie einem Orte angetroffen habe.

Diese Methode ist die Hauptquelle dieser ganzen Abhandlung.

Mit einem Worte: diese ganze Abhandlung ist einzig und allein ein Geschöpfe von dieser Methode zu denken. Ich will es aufrichtig gestehen: ich habe alle diejenige Beweise vor die lebendigen Kräfte, deren Schwäche ich itzo vollkommen zu begreifen glaube, anfänglich als so viel geometrische Demonstrationen angesehen, in denen ich nicht den geringsten Fehler vermuthete und auch vielleicht nie einen einzigen gefunden hätte, wenn die allgemeine Erwägung der Bedingungen, unter welchen die Schätzung des Herrn von Leibniz festgesetzet wird, meiner Betrachtung nicht einen ganz andern Schwung ertheilet hätte. Ich sah, daß die Wirklichkeit der Bewegung die Bedingung dieses Kräftenmaßes sei, und daß sie die eigentliche Ursache ausmache, weswegen man die Kraft des bewegten Körpers nicht so wie die Kraft des zur Bewegung strebenden schätzen solle. Allein als ich die Natur dieser Bedingung erwogen, begriff ich leicht, daß, da man sie mit der Bedingung der todten Kraft unter einerlei Geschlecht setzen kann, und sie sich von ihr nur durch die Größe unterscheidet, sie unmöglich eine Folgerung haben könne, die von der Folgerung derer Bedingungen einer todten Kraft *toto genere* unterschieden ist und auch eben so unendlich sehr von dieser unterschieden bleibet, wenn gleich die Bedingung, die eine Ursache dieser Folgerung ist, der andern Bedingung so nahe gesetzt wird, daß sie sich schon beinahe mit ihr vermenget. Also sah ich mit einer Gewißheit, die der geometrischen gar nicht weichet, ein, daß die Wirklichkeit der Bewegung kein hinlänglicher Grund sein könne, zu schließen, daß die Kräfte der Körper in diesem Zustande wie das Quadrat ihrer Geschwindigkeit sein müßten, da sie bei einer unendlich kurz gedauerten Bewegung, oder, welches einerlei ist, bei der bloßen Bestrebung zu derselben nichts wie die Geschwindigkeit zum Maße haben. Ich schloß hieraus:

wenn die Mathematik die Wirklichkeit der Bewegung als den Grund der Schätzung nach dem Quadrat für sich hat und sonst nichts, so müssen ihre Schlüsse sehr hinken. Mit diesem gegründeten Mißtrauen in Ansehung aller Leibnizischen Beweise bewappnet, griff ich die Schlüsse der Vertheidiger dieser Schätzung an, um außer dem, daß ich nunmehro wußte, es müßten in denselben Fehler vorhanden sein, auch zu wissen, worinnen sie bestehen. Ich bilde mir ein, mein Vorhaben habe mir nicht gänzlich fehl geschlagen.

§ 89.

Der Mangel dieser Methode ist eine Ursache mit gewesen, woher gewisse offenbare Irrthümer sehr lange sind verborgen geblieben.

Wenn man sich jederzeit dieser Art zu denken beflissen hätte, so hätte man sich in der Philosophie viel Irrthümer ersparen können, zum wenigsten wäre es ein Mittel gewesen, sich aus denselben viel zeitiger heraus zu reißen. Ich unterstehe mich gar zu sagen, daß die Tyrannei der Irrthümer über den menschlichen Verstand, die zuweilen ganze Jahrhunderte hindurch gewähret hat, vornehmlich von dem Mangel dieser Methode, oder anderer, die mit derselben eine Verwandtschaft haben, hergerühret hat, und daß man sich also dieser nunmehro vor andern zu befleißigen habe, um jenem Übel inskünftige vorzubeugen. Wir wollen dieses beweisen.

Wenn man vermittelst gewisser Schlüsse, die irgendwo einen Fehler versteckt halten, der sehr scheinbar ist, eine gewisse Meinung erwiesen zu haben glaubet, und man hernach kein anderes Mittel, die Ungültigkeit des Beweises gewahr zu werden, als nur so, daß sich zuerst der Fehler entdecke, der in demselben verborgen lieget, und daß man also vorhero wissen müsse, was es vor ein Fehler sei, der den Beweis verwerflich macht, ehe man sagen kann, daß einer in demselben befindlich sei, wenn man,

sage ich, keine andre Methode als diese hat, so behaupte ich, der Irrthum werde ungemein lange unentdeckt bleiben, und der Beweis werde unzählige mal betrügen, ehe der Betrug offenbar wird. Die Ursache hievon ist folgende. Ich setze voraus, daß, wenn die in einem Beweise vorkommende Sätze und Schlüsse vollkommen scheinbar sind und das Ansehen der allerbekanntesten Wahrheiten an sich haben, so werde der Verstand demselben Beifall geben und sich in keine mühsame und langwierige Aufsuchung eines Fehlers in demselben einlassen; denn alsdenn gilt der Beweis in Ansehung der Überzeugung, die dem Verstande daher entstehet, eben so viel, wie einer, der eine geometrische Schärfe und Richtigkeit hat, und der Fehler, der unter den Schlüssen versteckt liegt, thut, weil er nicht wahrgenommen wird, eben so wenig Wirkung zu der Verminderung des Beifalles, als wenn er in dem Beweise gar nicht anzutreffen wäre. Also müßte der Verstand entweder niemalen einem Beweise Beifall geben, oder er muß es in diesem thun, wo er nichts erblicket, was einem Fehler ähnlich siehet, d. i. wo er keinen vermuthet, wenn gleich einer in ihm verborgen wäre. In einem solchen Falle also wird er niemals eine besondere Bestrebung zur Aufsuchung eines Fehlers anwenden, weil er keinen Bewegungsgrund dazu hat; folglich wird derselbe sich nicht anders, als vermittelst eines glücklichen Zufalls hervorfinden, er wird also gemeiniglich sehr lange verborgen bleiben, ehe er entdeckt wird, denn dieser glückliche Zufall kann viele Jahre, ja oftermals ganze Jahrhunderte ausbleiben. Dies ist beinahe der vornehmste Ursprung der Irrthümer, die zur Schande des menschlichen Verstandes viele Zeiten hindurch fortgewähret haben, und die hernach eine sehr leichte Betrachtung aufgedecket hat. Denn der Fehler, der irgendwo in einem Beweise stecket, sieht dem ersten Anblicke nach einer bekannten Wahrheit ähnlich, also wird der Beweis als vollkommen scharf angesehen, man vermuthet mithin keinen Fehler in demselben, man suchet ihn also auch nicht, und daher findet man ihn nicht anders als zufälliger Weise.

Wie das Mittel beschaffen sein muß, wodurch man der Langwierigkeit derer Irrthümer vorbeuge.

Hieraus läßt sich leicht abnehmen, worinnen das Geheimniß werde zu suchen sein, was dieser Schwierigkeit vorbeuget, und welches uns die Entdeckung der Irrthümer, die man begangen hat, erleichtert. Wir müssen die Kunst besitzen aus denen Vordersätzen zu errathen und zu muthmaßen, ob ein auf gewisse Weise eingerichteter Beweis in Ansehung der Folgerung auch werde hinlängliche und vollständige Grundsätze in sich halten. Auf diese Art werden wir abnehmen, ob in ihm ein Fehler befindlich sein müsse, wenn wir ihn gleich nirgends erblicken, wir werden aber alsdenn bewogen werden, ihn zu suchen, denn wir haben eine hinlängliche Ursache ihn zu vermuthen. Also wird dieses ein Wall gegen die gefährliche Bereitwilligkeit des Beifalles sein, der ohne diesen Bewegungsgrund alle die Thätigkeit des Verstandes von der Untersuchung eines Gegenstandes abwenden würde, in dem er gar keine Ursache findet, einen Zweifel und Mißtrauen zu setzen. Diese Methode hat uns in den Paragraphis 25, 40, 62, 65, 68 geholfen, und sie wird uns noch ferner gute Dienste leisten.

§ 90.

Es würde eine Betrachtung von nicht geringem Nutzen sein, wenn man diese Methode etwas deutlicher aus einander setzen und die Regeln ihrer Anwendung zeigen wollte, allein diese Art der Untersuchung gehöret nicht unter die Gerichtsbarkeit der Mathematik, welcher doch eigentlich diese Abhandlung gänzlich eigen sein sollte. Wir wollen aber annoch eine Probe ihres Nutzens in der Widerlegung der Schlüsse, die zum Vortheil der lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen entlehnet werden, darlegen.

In der Zusammensetzung der todten Drucke, z. E. derer Gewichte, die nach schrägen Richtungen einen Knoten ziehen, werden, wenn diese Richtungen einen rechten Winkel einschließen, die Anfangsgeschwindig-

keiten derselben auch durch Linien ausgedrückt, welche Seiten eines rechtwinklichten Parallelogramms sind, und der hieraus entspringende Druck wird durch die Diagonallinie vorgestellet. Obgleich nun hier ebenfalls das Quadrat der Diagonallinie der Summe der Quadrate der Seiten gleich ist, so folget doch hieraus keinesweges, daß sich die zusammengesetzte Kraft zu einer von den einfachen, wie das Quadrat derer Linien, die die Anfangsgeschwindigkeiten ausdrücken, verhalten werde; sondern alle Welt ist darin einig: daß diesem unerachtet die Kräfte in diesem Falle dennoch nur in schlechter Proportion der Geschwindigkeiten sein. Man nehme nun auch die Zusammensetzung der wirklichen Bewegungen, so wie man sie durch die Mathematik vorstellet, und vergleiche sie hiemit. Die Linien, welche die Seiten und die Diagonal des Parallelogramms ausmachen, sind nicht anders, als die Geschwindigkeiten nach diesen Richtungen, eben so, wie es in dem Falle der Zusammensetzung todter Drücke beschaffen ist. Die Diagonallinie hat eben das Verhältniß gegen die Seiten, als sie dorten hat, und der Winkel ist auch derselbe. Also ist nichts von den Bestimmungen, die in die mathematische Vorstellung der zusammengesetzten wirklichen Bewegungen hineinlaufen, von denen unterschieden, unter denen man sich in eben derselben Wissenschaft die Zusammensätze der todten Drucke vorstellet. Da also aus diesen keine Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat der Geschwindigkeit herfließet, so wird sie aus jenen auch nicht können hergefolgert werden; denn es sind eben dieselbe Grundbegriffe, mithin haben sie auch einerlei Folgerungen. Man wird noch einwenden, daß ja ein offenbarer Unterscheid unter denselben anzutreffen sei, weil man voraussetzet, daß die eine von denselben eine Zusammensetzung wirklicher Bewegungen, die andere aber nur eine Zusammensetzung todter Drucke sei. Allein diese Voraussetzung ist eitel und vergeblich. Sie kommet nicht mit in den Plan der Grundbegriffe, die das Theorem ausmachen; denn die Mathematik drücket die Wirklichkeit der Bewegung nicht aus. Die Linien, die der Vorwurf der Betrachtung sind,

sind nur Vorstellungen von dem Verhältniß der Geschwindigkeiten. Also ist die Einschränkung von der Wirklichkeit der Bewegung hier nur ein todter und müßiger Begriff, der nur nebenbei gedacht wird, und aus dem in der mathematischen Betrachtung nichts hergefolgert wird. Hieraus fließet, daß aus dieser Art der Untersuchung derer zusammengesetzten Bewegungen nichts Vortheilhaftes vor die lebendigen Kräfte könne geschlossen werden, sondern daß es etwa untermengte philosophische Schlußreden sein müssen, wovon aber itzo nicht die Rede ist. Auf diese Weise haben wir durch Hülfe unserer angerühmten Methode itzo begriffen, daß die mathematische Beweise vor die lebendigen Kräfte aus der Zusammensetzung der Bewegungen falsch und voller Fehler sein müssen, wir wissen aber noch nicht, was es vor Fehler sein, allein wir haben doch eine gegründete Muthmaßung, oder vielmehr eine gewisse Überzeugung, daß sie unfehlbar darin sein werden. Also dürfen wir uns die Mühe nicht verdrießen lassen, sie mit Ernst aufzusuchen. Ich habe meine Leser dieser Mühe überhoben, denn mich dünkt, daß ich diese Fehler gefunden und in den kurz vorhergehenden Paragraphis angezeigt habe.

§ 91.

Unsere Methode ist endlich noch ein Schwert gegen alle die Knoten der Spitzfindigkeiten und Unterscheidungen, womit Herr Bülfinger seine Schlüsse, die wir bis daher widerleget haben, gegen einen Einwurf, den ihm seine Gegner machen können, hat verwahren wollen. Es ist ein großer Vortheil vor uns, daß wir denselben abhauen können, da es sonst sehr mühsam sein würde, ihn aufzulösen.

Die Unterscheidungen des Bülfingers, womit er dem Einwurfe des Herrn von Mairan entgehen will, werden vermittelst dieser Methode abgethan.

Herr Bülfinger hat sehr wohl bemerkt, daß man ihm einwenden würde, seine Beweise, wenn sie richtig wären, müßten eben dasselbe auch vor die Zusammen-

setzung todter Drucke beweisen. Er hat sich aber von dieser Seite durch ein Bollwerk von verwickelten metaphysischen Unterscheidungen, wie er sie zu machen weiß, befestiget. Er bemerket: die Wirkung der todten Kraft müsse durch das Product der Intensität in den Weg, den sie nimmt, geschätzet werden, dieses aber werde durch das Quadrat dieser Linie ausgedrücket; also könne man den Cartesianern zwar gestehen, daß die Wirkungen in der Zusammensetzung todter Drucke gleich seien, allein hieraus folgt noch nicht, daß die Kräfte deswegen auch gleich sein müßten. Er setzet hinzu: *in motibus isochronis solum actiones sunt ut vires, non in nisu mortuo.* Eine metaphysische Untersuchung thut in einem mathematischen Streite eine sonderbare Wirkung. Der Mathematikkundige glaubt, daß er sich auf diese Spitzfindigkeiten nicht verstehe, und wenn er sie gleich nicht aufzulösen vermögend ist, so ist es doch weit entfernet, daß er sich durch dieselbe sollte irre machen lassen. Er gehet an dem Leitfaden der Geometrie fort, und alle andere Wege sind ihm verdächtig. Die Geometrer haben sich in Ansehung der Ausflüchte des Herrn Bülfingers eben so aufgeführet. Es hat sich noch niemand mit ihm, so viel ich weiß, auf diese Waffen eingelassen. Man hat sich diese Mühe mit gutem Vorbedachte ersparet; denn eine metaphysische Untersuchung, insbesondere eine, die so verwickelt und zusammengesetzet ist, verstattet nach allen Seiten noch immer unzählige Schlupfwinkel, wohin der eine von den Gegnern sich retten kann, ohne daß ihn der andere zu verfolgen, oder hervorzuziehen im Stande ist. Wir haben sehr wohl gethan, daß wir die Schlüsse des Herrn Bülfingers gleich anfangs von derjenigen Seite angegriffen haben, wo nach seinem eigenen Geständniß die Mathematik allein den Ausspruch thut. Allein vermittelst unserer Methode sind wir, wie ich schon gesagt habe, auch über diese Unterscheidungen Meister, wenn sie sich gleich hinter noch so undurchdringliche Decken der Dunkelheit verborgen haben.

Unsere Methode beuget den Unterscheidungen des Herrn Bülfingers vor.

Es ist hier vornehmlich die Frage, ob die Unterscheidungen des Herrn Bülfingers den mathematischen Beweis, den er aus dem Verhältniß der Diagonallinie gegen die Seitenlinie in der Zusammensetzung wirklicher Bewegungen vor die lebendigen Kräfte genommen hat, geltend machen können, oder ob dieser mathematische Beweis allem diesem ungeachtet dennoch keine Schutzwehre der neuen Schätzung abgeben kann. Dies ist eigentlich der Punkt, warum gestritten wird; denn wenn das Gebäude des Herrn Bülfingers nur auf metaphysischen Grundsätzen beruhet und nicht durch die mathematische Begriffe von der Zusammensetzung der Bewegungen unterstützet wird, so entschuldiget uns schon die Absicht dieses Hauptstückes, wenn wir uns in die Untersuchung desselben nicht einlassen. Es wird aber das Verhältniß der Diagonalgeschwindigkeit gegen die Seitengeschwindigkeiten in der Zusammensetzung wirklicher Bewegungen aus einem und eben demselben Grunde erwiesen, woraus man dieses Verhältniß ebenfalls in der Zusammensetzung todter Drucke herleitet. Es ist also wahr, wenn gleich in denen zusammengesetzten wirklichen Bewegungen keine andere Eigenschaften und Bestimmungen anzutreffen sein, als die sich bei den todten Drucken befinden, weil es hinlänglich bewiesen werden kann, ohne daß man etwas anders hiezu nöthig hat, als das, was man auch bei den todten Drucken, die zusammengesetzt werden, voraussetzen muß. Es kann also aus dem Verhältniß der Diagonalgeschwindigkeit bei wirklichen Bewegungen nicht geschlossen werden, daß die zusammengesetzten Kräfte von anderer Natur und Schätzungsart sein müssen als die todten Drucke; denn eben dasselbe Verhältniß hat dennoch statt, wenn gleich die Natur der zusammengesetzten Kräfte von den todten Drucken gar nicht unterschieden ist, weil man keine andere Gründe brauchet, um es zu beweisen, als diejenige, die man auch hier nöthig haben würde. Es ist also vergeblich, daß sich Herr Bülfinger derselben be-

dienen will, um hieraus zu schließen, daß die Kräfte nicht in Proportion der Geschwindigkeiten, sondern ihrer Quadrate stehen.

Demnach können die metaphysischen Unterscheidungen, deren sich dieser Philosoph bedienet hat, zwar vielleicht etwas darbieten, woraus eine fortgesetzte philosophische Erwägung einige Gründe zum Vortheile der lebendigen Kräfte ziehen würde; allein zur Emporhaltung desjenigen mathematischen Beweises, von dem wir reden, sind sie nicht hinlänglich, weil er schon seiner Natur nach dasjenige unbestimmt läßt, was zu der Regel, die man daraus ziehen will, erfordert wird.

§ 92.

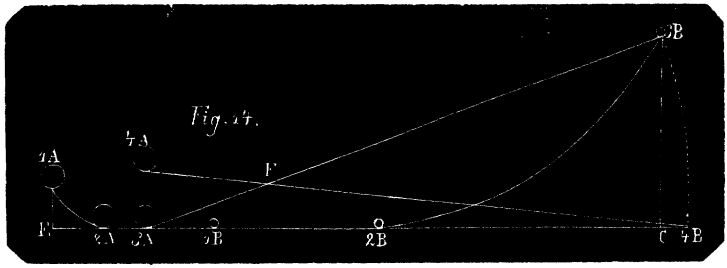
Ein besonderer zusammengesetzter Fall des Herrn von Leibniz.

Nach allen diesen unterschiedenen Gattungen der Beweise, deren Unrichtigkeit wir denen Vertheidigern der lebendigen Kräfte gezeigt haben, komme ich endlich auf denjenigen, der den Herrn von Leibniz, den Vater der lebendigen Kräfte, selber zum Urheber hat und auch das Merkmal seiner Scharfsinnigkeit bei sich führet. Er hat ihn bei der Gelegenheit, da er die Einwürfe des Abtes Catelan auflösete, in den *Actis Eruditorum* *) der Welt zuerst dargestellet. Er hat sich auch hernach jederzeit, wenn er seiner Kräftenschätzung ein Licht geben wollen, auf dieselbe insbesondere berufen: also werden wir ihn als eine Hauptstütze der lebendigen Kräfte anzusehen und wegzuräumen haben.

Eine Kugel A (Fig. 14) von vierfacher Masse falle auf der schiefen und gebogenen Fläche, deren Höhe $1AE$ wie 1 ist, aus $1A$ in $2A$ und setze auf der Horizontalfläche EC ihre Bewegung mit dem Grade Geschwindigkeit, den sie durch den Fall erlanget hat, und der wie 1 ist, fort. Man setze ferner, daß sie alle Kraft, welche sie hat, in eine Kugel B von einfacher Masse übertrage und nach diesem

*) Acta 1690.

selber im Punkte $3A$ ruhe. Was wird nun die Kugel B, die 1 zur Masse hat, von der Kugel A, die 4mal mehr Masse und einen einfachen Grad der Geschwindigkeit hat, vor eine Geschwindigkeit erhalten sollen, wenn ihre Kraft hiedurch der Kraft, die der Körper A hatte, gleich werden soll? Die Cartesianer sagen: ihre Geschwindigkeit werde 4fach sein müssen. Es laufe also der Körper B mit 4 Graden Geschwindigkeit auf der Horizontalfläche aus $1B$ in $2B$, und nachdem er daselbst die schiefe und gebogene Fläche $2B\,3B$ angetroffen, bewege er sich dieselbe hinauf und erreiche mithin auf derselben durch die ihm beiwohnende Geschwindigkeit den Punkt $3B$, dessen Perpendicular-Höhe $3BC$ wie 16 ist. Man nehme ferner



die inclinirte Schnellwage $3A\,3B$ an, die sich an dem Punkte F beweget, und deren ein Arm $F\,3B$ viermal und etwas weniges drüber länger ist, als der andere Wagbalken $3AF$, die aber einander dennoch das Gleichgewicht halten. Wenn nun der Körper B den Punkt $3B$ erreichet und daselbst den Arm der Wage betritt, so ist klar, daß, weil der Balken $F\,3B$ in Ansehung des andern $3AF$ etwas größer ist, als die Masse des Körpers in $3A$ in Vergleichung mit der Masse der Kugel in $3B$, so werde das Gleichgewicht gehoben sein und der Körper B aus $3B$ in $4B$ heruntersinken, zugleich aber die Kugel A aus $3A$ in $4A$ erheben. Es ist aber die Höhe $4A\,3A$ beinahe das vierte Theil der Höhe $3BC$, mithin wie 4; also hat der Körper B die Kugel A auf diese Weise zu einer beinahe vierfachen Höhe er-

hoben. Es kann nun durch ein leichtes mechanisches Kunststück gemacht werden, daß die Kugel A aus $4A$ in $1A$ wieder zurück gehe und mit der durch ihren Zurückfall erlangten Kraft gewisse mechanische Wirkungen ausübe, hernach aber nochmals aus dem Punkte $1A$ die schiefe Fläche $1A2A$ herablaufe und alles in den vorigen Zustand setze, auch der Kugel B, welche durch eine unmerklich kleine Neigung der Fläche $2B4B$ wieder in dem Punkte $1B$ sein kann, alle ihre Kraft, wie vorher übertrage und alles noch einmal bewerkstellige. Der Herr von Leibniz fähret fort zu schließen: also folget aus der Kräftenschätzung des Cartesius, daß ein Körper, wenn man sich seiner Kraft nur wohl bedienet, ins Unendliche immer mehr und mehr Wirkungen verüben, Maschinen treiben, Federn spannen und Hindernisse überwinden könne, ohne daß seinem Vermögen etwas entgehe, eben dieses ohne Aufhören noch ferner zu verüben; daß also die Wirkung größer sein könne, als ihre Ursache, und daß die immerwährende Bewegung, die alle Mechaniker vor ungereimt halten, möglich sei.

§ 93.

Der Punkt des Fehlschlusses in diesem Beweise.

Dieser Beweis ist der einzige unter allen Vertheidigungen der lebendigen Kräfte, dessen Scheinbarkeit die Übereilung entschuldigen könnte, welche die Leibnizianer in Ansehung der Schutzgründe ihrer Schätzung bewiesen haben. Herr Bernoulli, Herr Hermann und Wolf haben nichts gesagt, was demselben an Erfindung und scheinbarer Stärke gleich käme. Ein so großer Mann, als Herr von Leibniz war, konnte nicht irren, ohne daß ihm sogar derjenige Gedanke rühmlich sein mußte, der ihn zum Irrthum verleitete. Wir wollen in Ansehung dieses Beweises dasjenige sagen, was Hektor beim Virgil von sich rühmt:

— — — — — *Si Pergama dextra*
defendi possent, etiam hac defensa fuissent.
Virg. Aeneid.

Ich will mein Urtheil über denselben kurz fassen. Der Herr von Leibniz hätte nicht sagen sollen, daß der Zurückfall der Kugel *A*, nachdem sie vermittelst der Schnellwage zu der vierfachen Höhe $4A3A$ erhoben worden und aus $4A$ auf die schiefe Fläche $1A$ wieder zurückkehret, vorher aber mechanische Kräfte ausübet, eine Wirkung der in die Kugel *B* übertragenen Kraft sei, so sehr derselbe es auch scheinet zu sein. Diese ausgeübte mechanische Kraft ist, wie wir bald sehen werden, zwar der nachfolgende Zustand in der Maschine, der vermittelst der in *B* übertretenen Kraft veranlasset worden, allein sie ist dennoch keine Wirkung dieser Kraft. Wir müssen die Vermengung dieser zweien Bedeutungen sehr sorgfältig vermeiden, denn hier ist der rechte Punkt des Fehlschlusses, worauf aller Schein, der sich in dem Leibnizischen Beweise hervorthut, gegründet ist. Denn wenn alle diese mechanische Folgen nicht eine rechte Wirkung der Kraft sind, die der Körper *A* in den andern *B* übertragen hat, so verschwindet alles Ansehen eines paradoxen Gedankens auf einmal, wenn man gleich sagt, daß mehr in dem nachfolgenden Zustande der Maschine enthalten sei, als in dem vorhergehenden. Denn es ist deswegen noch nicht die Wirkung größer als ihre Ursache, und die immerwährende Bewegung selber ist in diesem Falle keine Ungereimtheit, weil die hervorgebrachte Bewegung nicht die wahre Wirkung der Kraft ist, welche dieselbe eigentlich nur veranlasset hat, folglich auch immerhin größer sein kann, als diese, ohne daß man gegen das Grundgesetze der Mechanik anstößet.

§ 94.

Die Kraft, welche *A* durch die Einrichtung der Maschine erhält, ist keine hervorgebrachte Wirkung der Kraft des Körpers *B*.

Der Körper *B*, in welchen man alle Kraft der Kugel *A* übertragen hat, wendet dieselbe gänzlich auf, indem er die schiefe Fläche $2B3B$ hinauf läuft. In dem Punkte $3B$ hat er also die ganze Größe

seiner Wirkung vollendet und auch alle ihm mitgetheilte Kraft verzehret. Indem er nun daselbst auf den Balken der Wage geräth, so ist es nicht mehr die vorige Kraft, womit er den Körper in $3A$ in die Höhe hebet, sondern die erneuerte Gewalt der Schwere thut allein diese Wirkung, die Kraft aber, die B von der Kugel A erhalten hatte, hat hieran keinen Antheil. Wenn ferner die Kugel A hiedurch bis in $4A$ erhoben worden, so hat die überwiegende Kraft der Kugel $3B$ auch auf diese Art ihre völlige Wirkung ausgeübet, und die Kraft, welche der Körper B empfängt, indem er aus $4A$ in $1A$ zurückkehret, ist wieder eine Wirkung einer neuen Ursache, die von der Thätigkeit des Hebels gänzlich unterschieden und auch viel größer als dieselbe ist, nämlich des Druckes der Schwere, welcher dem Körper im freien Falle mitgetheilet wird. Also ist diejenige Kraft, womit der Körper A mechanische Wirkungen ausübet, ehe er wieder im Punkte $1A$ ankömmt, etwas, was zwar durch die Kraft der Kugel B veranlasset, das ist gewissen mechanischen Ursachen übergeben worden, aber sie selber nicht zur hervorbringenden Ursache hat.

§ 95.

Dieses wird bestätiget.

Wenn die Leibnizianer in dem nachfolgenden Zustande, der in der Natur entstehet, allemal gerade nur so viel Kraft setzen wollen, als der vorhergehende in sich enthält, so möchte ich gerne wissen, wie sie sich nur aus dem Einwurfe hinaushelfen wollten, den man ihnen aus ihrem eigenen Beweise machen kann. Wenn ich die Kugel B in $3B$ auf die Schnellwage setze, folglich sie daselbst den Balken niederdrückt und den Körper A aus $3A$ in $4A$ erhebet, so ist dieses der vorhergehende Zustand der Natur, die Kraft aber, die A hernach erhält, indem er aus $4A$ wieder zurückfällt, ist der nachfolgende Zustand, der durch den vorigen veranlasset wird. Es ist aber in diesem viel mehr Kraft enthalten, als in jenem. Denn die Überwucht des Körpers in $3B$ über den Körper in $3A$ kann in Ansehung ihres eigenthümlichen Gewichtes

unvergleichbar klein sein, also kann die Geschwindigkeit, womit der Körper aus $3A$ gehoben wird, ungemein klein sein gegen die Geschwindigkeit, die er durch den freien Zurückfall aus $4A$ in $1A$ erhält, denn hier häufen sich die unverminderten Drucke der Schwere, dort aber nur solche, die gegen diese unvergleichbar klein sein. Also ist der nachfolgende Zustand der Kraft, der in der Natur ist, unstrittig größer, als der vorhergehende, der ihn veranlasset hat.

§ 96.

Eben dieses aus dem Gesetze der Continuität erwiesen.

Es kommt hier alles vornehmlich darauf an, daß man überzeuget sei, die Kraft, welche B mit 4 Graden Geschwindigkeit besitzet, sei nicht die hervorbringende Ursache der Wirkung, die sich hier in der Maschine hervorthut, wie die Leibnitzianer voraussetzen müssen, wenn sie in des Cartesius Gesetze eine Ungereimtheit zeigen wollen. Denn wenn dieses wäre, so würde, wenn man diese Ursache nur um etwas weniges verminderte, die Wirkung auch nur sehr wenig kleiner werden. Allein dieses zeiget sich hier in der Maschine ganz anders. Wenn wir setzen, daß der Körper in $1B$ etwas minder als 4 Grade Geschwindigkeit habe, so wird er nur bis zum Punkte a auf der gebogenen Fläche $2Ba$ hinaufgelangen, wo die Länge $3AF$ des einen Wagbalkens gegen die Länge des andern Wagarmes ganz genau in vierfachem Verhältniß stehet, wo also das Gewichte des Körpers B den Hebel nicht beweget, noch den Körper in $3A$ im geringsten aus seiner Stelle hinausrücket. Also wenn B einen Theil der Kraft weniger hat, der so klein angenommen werden kann, daß er fast gar nicht in Betrachtung kommt, so erlangt der Körper in $3A$ alsdenn schon gar keine Kraft mehr; sobald im Gegentheil dieses wenige noch hinzu kommt, so wird der Körper in $2A$ nicht allein die Kraft, die er anfänglich hatte, wiederbekommen, sondern noch weit mehr drüber. Es ist augenscheinlich, daß dieser Sprung sich nicht zutragen würde, wenn die Kraft des

Körpers in $3B$ die wahre hervorbringende Ursache desjenigen Zustandes wäre, der sich in der Maschine hervorthut.

§ 97.

Die ganze Größe des zureichenden Grundes in dem vorhergehenden Zustande.

Wenn man die Anlegung des Hebels in dieser Maschine und ihre geometrische Bestimmung in Absicht auf die Proportion der Körper erwäget, wenn man hiezu noch das Übermaß des Verhältnisses der Höhe $3B\,4B$ gegen die Höhe $1AE$ über die Proportion der Masse des Körpers B zur Masse A hinzuthut (denn die Höhe $3B\,4B$ ist gegen die Höhe $1AE$, wie 16 zu 1, die Masse A aber gegen B nur wie 4 zu 1), so hat man die ganze Größe derjenigen Bestimmungen, welche die Kraft in A veranlasset haben; hiezu nehme man noch die Drückungen der Schwere, welche vermittelst der vortheilhaften Anlegung der geometrischen Bestimmung wirksamer gemacht werden, so hat man die ganze Zusammenfassung aller zureichenden Gründe, darin man die Größe der Kraft, die in A entsteht, vollkommen wieder finden wird. Wenn man hievon die einzige Kraft des Körpers B absondert, so ist kein Wunder, daß sie viel zu klein befunden wird, um in ihr den Grund der Kraft, die in A hineinkommt, darzulegen. Alles, was der Körper B hiebei thut, ist, daß er zu gleicher Zeit, da er die Zurückhaltungen der Schwere überwindet, eine gewisse Modalität gewinnet, das ist, eine gewisse Quantität der Höhe, die nämlich größer ist als nach Proportion seiner Geschwindigkeit und folglich auch seiner Masse.

So ist denn die Kraft des Körpers B nicht die wahre wirkende Ursache der Kraft, welche in A erzeuget wird; es wird in Ansehung ihrer also das große Gesetze der Mechanik *effectus quilibet aequipollet viribus causae plenae* ohne Gültigkeit sein; und es kann immerhin auf diese Weise eine immerwährende Bewegung hervorgebracht werden, ohne daß dieses Grundgesetze im geringsten verletzet wird.

§ 98.

Die einzige Schwierigkeit, die noch in dem Leibnizischen Argumente stecken könnte.

Es bestehet also alles, was der Herr von Leibniz mit seinem Argumente uns entgegen setzen kann, darin: daß es, wenn man gleich die gänzliche Unmöglichkeit der Sache nicht darthun kann, dennoch sehr unregelmäßig und widernatürlich heraus komme, daß eine Kraft eine andere größere, als sie ist, erwecke, es mag nun auf eine Art geschehen, wie sie wolle. Der Herr von Leibniz lenkt sich selber auf diese Seite *): *Sequeretur etiam causam non posse iterum restitui suoque effectui surrogari: quod quantum abhorreat a more naturae et rationibus rerum facile intelligitur. Et consequens esset: decrescentibus semper effectibus, neque unquam crescentibus, ipsam continue rerum naturam declinare, perfectione imminuta, neque unquam resurgere atque amissa recuperare posse sine miraculo. Quae in physicis certe abhorrent a sapientia constantiaque conditoris.* Er würde so gelinde nicht geredet haben, wenn er nicht gesehen hätte, daß die Natur der Sache ihm diese Mäßigung auferlege. Man mag nur gewiß versichert sein, daß er mit dem ganzen Donner seines geometrischen Bannes und aller Gewalt der Mathematik wider seinen Feind aufgezogen wäre, wenn seine Scharfsinnigkeit diese Schwäche nicht wahrgenommen hätte. Allein er sah sich genöthiget, die Weisheit Gottes zu Hülfe zu rufen, ein gewisses Merkmal, daß die Geometrie ihm keine tüchtige Waffen dargeboten hätte.

Nec Deus intersit, nisi dignus vindice nodus
Inciderit — — *Horat. de arte poët.*

Wird beantwortet.

Allein auch die kleine Schutzwehre ist von keiner Beständigkeit. Es ist hier bloß von der Schätzung der Kräfte, welche durch die Mathematik erkannt wird, die Rede, und es ist kein Wunder, wenn die-

*) Act. Erud. 1691 p. 442.

selbe der Weisheit Gottes nicht vollkommen genug thut. Dies ist eine aus dem Mittel aller Erkenntnisse herausgenommene Wissenschaft, die vor sich allein nicht mit den Regeln des Wohlanständigen und Geziemenden gnugsam bestehet, und die mit den Lehren der Metaphysik zusammen genommen werden muß, wenn sie auf die Natur vollkommen angewendet werden soll. Die Harmonie, die sich unter den Wahrheiten befindet, ist wie die Übereinstimmung in einem Gemälde. Wenn man einen Theil insbesondere herausnimmt, so verschwindet das Wohlanständige, das Schöne und Geschickte; allein sie müssen alle zugleich gesehen werden, um dasselbe wahrzunehmen. Die Cartesianische Schätzung ist den Absichten der Natur zuwider, also ist sie nicht das wahre Kräftenmaß der Natur, allein dieses hindert dennoch nicht, daß sie nicht das wahre und rechtmäßige Kräftenmaß der Mathematik sein sollte. Denn die mathematischen Begriffe von den Eigenschaften der Körper und ihrer Kräfte sind noch von den Begriffen, die in der Natur angetroffen werden, weit unterschieden, und es ist genug, daß wir gesehen haben: die Cartesianische Schätzung sei jenen nicht entgegen. Wir müssen aber die metaphysische Gesetze mit den Regeln der Mathematik verknüpfen, um das wahre Kräftenmaß der Natur zu bestimmen; dieses wird die Lücke ausfüllen und den Absichten der Weisheit Gottes besser Gnüge leisten.

§ 99.

Der Einwurf des Herrn Papins.

Herr Papin, einer von den berüchtigtsten Widersachern der lebendigen Kräfte, hat die Sache des Cartesius gegen diesen Beweisgrund des Herrn von Leibniz sehr unglücklich geführet. Er hat seinem Gegner das Schlachtfeld geräumet und ist querfeldeingelaufen, um irgendwo einen Posten zu behaupten, der ihn schützen sollte. Er giebet dem Herrn von Leibniz zu, daß, wenn man voraussetzet, der Körper A habe seine ganze Kraft in den Körper B übertragen, nach Cartesianischer Schätzung eine immerwährende Bewegung erfolge, und gestehet ihm

sehr gutherzig zu, daß diese Art der Bewegung eine Ungereimtheit sei: *Quomodo autem per translationem totius potentiae corporis A in corpus B juxta Cartesium obtineri possit modus perpetuus, evidentissime demonstrat, atque ita Cartesianos ad absurdum reductos arbitratur. Ego autem et motum perpetuum absurdum esse fateor, et Cl. Vir. demonstrationem ex supposita translatione esse legitimam.* Nachdem er seine Sache auf diese Weise verdorben hat, so suchet er seine Ausflucht darin, daß er die Voraussetzung seines Gegners, die ein sehr zufällig Stück seines Argumentes ist, leugnet und ihn herausfordert, ihm diesen Knoten aufzulösen. Folgende Worte geben seine Meinung zu erkennen: *Sed hypothesis ipsius possibilitatem translationis nimirum totius potentiae ex corpore A in corpus B pernego, etc.* — — —*)

§ 100.

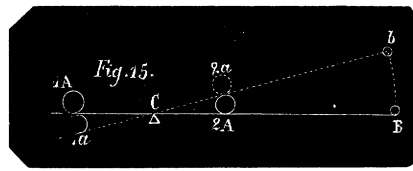
Der Herr von Leibniz hat seinen Gegner auf einmal entwaffnet und ihm nicht die geringste Ausflucht übrig gelassen. Er hat ihm gezeiget, daß die wirkliche Übertragung der Kraft kein wesentliches Stück seines Beweises sei, und daß es genug sei in *B* eine Kraft su setzen, die der Kraft in *A* substituirt werden könne. Man kann alles in der Abhandlung, die er den *Actis* einverleibet hat, und die wir schon angezogen haben, bewiesen antreffen. Ich kann aber nicht unterlassen, ein Vergehn des Herrn von Leibniz anzuführen, welches in einer öffentlichen Disputation seinem Gegner den Sieg würde in die Hände gespielet haben. Es bestehet darin, daß er etwas, was, wie er selber erinnert, eigentlich zur Hauptsache nicht gehöret, zugiebt, um einen Nebenumstand im Argumente darzuthun, was aber, wenn es angenommen wird, zwar diese Nebenbedingung bewähret, allein den Hauptpunkt im Beweise gänzlich umkehret.

Ein Vergehen des Herrn von Leibniz.

Die Sache verhält sich also: Herr Papin, der es sich in den Kopf gesetzet hatte, keine andere

*) Act. 1691 pag. 9.

Ausnahme in dem Einwurfe seines Gegners zu machen, als diejenige, daß es unmöglich sei, daß ein Körper seine ganze Kraft einem andern mittheile, suchte dem Herrn von Leibniz alle die Kunststücke verdächtig zu machen, wodurch er dieses zu leisten vermeinete. Daher widerstritte er ihm mit allem Eifer, daß der vierfache Körper $1A$ (Fig. 15) durch einen Stoß auf den vollkommen steifen Hebel $1ACB$ im Punkte $1A$, dessen Entfernung vom Ruhepunkte C gegen die Entfernung CB viertheilig ist, dem einfachen Körper B seine ganze Kraft mittheilen könne; denn dahin lenkte sich der Herr von Leibniz in Behauptung seines mechanischen Falles, von dem wir gehandelt haben. Herr Papin wurde den Vortheil nicht gewahr, den seine Sache erhalten konnte, wenn er diese Auflösung er-



griffen und daraus selber gegen die lebendige Kräfte geschlossen hätte. Er faßte daher dieselbe an, aber mit so schwachen Gründen, die seinem Gegner den Muth vermehreten, auf der Behauptung desselben zu beharren. Leibniz bestand also auf der Richtigkeit dieses Kunstgriffes, dessen er sich glaubte bedienen zu können, um in einen Körper die ganze Kraft eines andern durch einen einzigen Stoß zu versetzen. Er nahm die Gründe, die Papin angeführet hatte, die Scheinbarkeit desselben zu zeigen, mit Dankbarkeit an und räumete die Schwierigkeiten weg, womit derselbe diese hinwiederum zu vereitelen vermeinete. Ich glaube, daß er folgendes in rechtem Ernst gesagt habe: *Cum Florentiae essem, dedi amico aliam adhuc demonstrationem pro possibilitate translationis virium totalium etc. corpore majore in minus quiescens, prorsus affinem illis ipsis, quae Clariss. Papinus ingeniosissime pro me juvando excogitavit, pro quibus gratias debeo, imo et ago*

sinceritate eius dignas. Wir wollen jetzt sehen, daß Leibniz seiner Sache einen sehr schlechten Schwung gegeben habe, indem er auf der Behauptung dieses Satzes steif beharrete, den er seinem Gegner vielmehr hätte einräumen sollen; denn alsdenn hätte er zwar die Nebensache verloren (deren Verlust ihm aber gar keinen Nachtheil bringen konnte), allein die Hauptsache würde er gewonnen haben. Herr Papin hätte auf folgende Art argumentiren können und auch sollen, um seinen Gegner auf seinem eigenen Geständnisse zu ertappen.

Beweis, daß ein vierfacher Körper durch einen Stoß auf einen Hebel einem einfachen 4 Grade Geschwindigkeit mittheilen könne.

Wenn der vierfache Körper $1A$ mit einem Grade Geschwindigkeit den Hebel in $1A$ stösset, so ist augenscheinlich, daß er in einen andern, $2A$, der mit ihm von gleicher Masse ist und auch eben so weit vom Ruhepunkte des Hebels abstehet, durch diesen Stoß seine ganze Kraft und Geschwindigkeit versetzen werde. Weil aber diese Geschwindigkeit, womit $2A$ weggeprellt wird, eine Fortsetzung derjenigen Bewegung ist, womit der Hebel, indem er den Körper fortstößet, den unendlich kleinen Raum $2A\,2a$ zurückleget, so ist die Geschwindigkeit dieser unendlich kleinen Bewegung der Geschwindigkeit des fortgestoßenen Körpers $2A$ und also derjenigen, womit $1A$ den Hebel stösset, gleich; mithin wird diese Kugel $1A$ in ihrem Anlaufe den Hebel die unendlich kleine Linie $1A\,1a$ hinunterdrücken, und zwar wird dieselbe mit eben derselben Geschwindigkeit, womit $1A$ anläuft, zurückgelegt werden. Nun setze man anstatt des Körpers $2A$ die Kugel B, die viermal weniger Masse als A hat, in vierfacher Entfernung vom Ruhepunkte C und sehe, was vor eine Hinderniß alsdenn der Körper B dem Körper A, indem dieser den Hebel aus $1A$ in $1a$ niederzudrücken bemühet ist, machen werde. Es ist bekannt, daß die *vis inertiae* oder der Widerstand, den ein Körper vermittelst seiner Trägheitskraft der Bewegung eines andern in den Weg leget,

seiner Masse proportioniret sei; nun ist aber eine viertheilige Masse in vierfacher Entfernung vom Ruhepunkte der Quantität einer einfachen in viertheiliger Entfernung gleich zu schätzen; also thut B in B dem Stoße des Körpers $1A$ auf den Hebel gerade nur so viel Widerstand, als der Körper $2A = 1A$ in $2A$ würde gethan haben. So wird denn der Körper $1A$ auch in diesem Falle, da sich die Kugel B an statt der Kugel $2A$ auf dem Hebel befindet, die unendlich kleine Linie $1A\,1a$ mit dem Hebel zugleich durchlaufen und zwar mit eben der Geschwindigkeit, wie im vorigen Falle, d. i. die so groß ist, als diejenige, womit er auf den Punkt $1A$ anläuft. Es kann aber der Körper $1A$ den Hebel aus $1A$ in $1a$ nicht niederdrücken, ohne zugleich das andere Ende in B aus B in b hinaufzubewegen; die unendlich kleine Linie Bb aber ist 4mal größer als $1A\,1a$; also wird der Körper B durch diesen Stoß des Hebels eine Geschwindigkeit erhalten, die gegen diejenige, womit $1A$ anläuft, vierfach ist.

Eben dasselbe auf eine andere Art erwiesen.

Dieses erhellet noch auf eine andere Art. Alle harte Körper können wir uns als elastisch, das ist, als dem Stoße weichend, aber wieder zurück springend vorstellen; also können wir dem steifen Hebel $1ACB$ auch eine solche Federkraft beilegen. Der Körper $1A$ also, der auf den Hebel mit dem Grade Geschwindigkeit wie 1 anläuft, wendet seine ganze Kraft auf, indem er die Feder $1AC$ spannet und sie um den Raum $1A\,1a$ aufdrücket. Nun sind die *momenta* der Geschwindigkeit, welche diese Feder die ganze Zeit dieses Druckes hindurch durch ihren Widerstand in dem Körper $1A$ verzehret, denjenigen *momentis* gleich, womit die Feder $C\,2A$ als der fortgesetzte Arm des Hebels, zu gleicher Zeit vermöge dieser Spannung durch den Raum $2A\,2a$ aufspringet; mithin, wenn diese steife Linie bis B verlängert worden, sind die *momenta* der Geschwindigkeit, womit die Feder CB aufspringet, indem der Hebel $1a\,CB$ sich in die gerade Linie $1a\,Cb$ wieder

herstellet, viermal größer, als die *momenta*, womit er im Punkte $2A$ zurück schläget (denn der Raum bB, den der Punkt B zu gleicher Zeit zurück leget, ist viermal größer als $2A\,2a$). Allein wegen der vierfachen Entfernung des Punkte B vom Ruhepunkte C ist die Steife der Feder CB dennoch viermal schwächer, als die Steife der Feder $C\,2A$; daher muß man dagegen den Widerstand in B viermal kleiner machen, als in $2A$, und alsdenn bleibet das *momentum* der Geschwindigkeit, das die Feder CB in den viertheiligen Körper B hineinbringt, vierfach, da hingegen das *momentum*, welches die Feder $C\,2A$ an den vierfachen Körper $2A$ anwenden würde, einfach ist. Nun ist die Zeit, in der die Feder CB wirket, so groß, als diejenige, darin die $C\,2A$ aufspringen würde, und die Geschwindigkeiten, die zweene Körper, $2A$ und B, durch die Wirkung zweier Federn, $C\,2A$ und CB, die gleich lange wirken, erhalten, sind wie die *momenta* der Geschwindigkeiten, welche diese Federn in ihre Körper hineinbringen, mithin in dem Körper B viermal größer, als in $2A$; da aber die Geschwindigkeit, die $2A$ von dem Fortstoße der Feder $C\,2A$ erhalten würde, der Geschwindigkeit, womit $1A$ in $1A$ anläuft, gleich ist, so wird die Geschwindigkeit, die der Körper B durch diesen Stoß des Körpers $1A$ auf den Hebel erhält, viermal größer sein, als diejenige war, womit $1A$ seinen Stoß verrichtete. W. z. E.

Wie Herr Papin hieraus gegen Leibnizen hätte argumentiren können.

Wir sehen also aus diesem zwiefachen Beweise, daß ein vierfacher Körper einem einfachen durch einen einzigen Stoß eine vierfache Geschwindigkeit ertheilen könne. Dieses ist nach denen mechanischen Grundsätzen wahr, welche selbst die eifrigsten Vertheidiger der lebendigen Kräfte nicht würden in Zweifel zu ziehen im Stande sein. Herr Papin hätte hiedurch seinen Gegner rechtschaffen in die Enge treiben können, wenn er seines Vortheils wohl wahrgenommen hätte. Er hätte ihm sagen sollen: Ihr habt mir zugegeben,

daß ein vierfacher Körper vermittelst eines Hebels in einen einfachen, dessen Distanz vom Mittelpunkte vierfach ist, alle seine Kraft hinein bringen könne; ich kann euch aber darthun, daß er bei diesen Umständen demselben vier Grade Geschwindigkeit ertheile; also hat ein einfacher Körper mit 4 Graden Geschwindigkeit alle Kraft eines vierfachen mit 1 Grade; dieses ist aber der Punkt, um welchen gestritten wird, und den ihr mir zu leugnen verlanget.

§ 101.

So ist denn der fürchterlichste Streich unter allen, womit die lebendigen Kräfte der Schätzung des Cartesius gedrohet haben, leer ausgegangen. Nunmehro ist keine Hoffnung übrig, daß dieselbe nach diesem noch Mittel finden werden, sich aufrecht zu erhalten.

— — — vires in ventum effudit, et ultro
Ipse gravis graviterque ad terram pondere vasto
Concidit: ut quondam cava concidit aut Erymantho
Aut Ida in magna radicibus eruta pinus.

Virg. Aen. Libr. V.

§ 102.

Wir haben die vornehmsten Gründe der Leibnizianer widerlegt.

Wir haben die ansehnlichste und berühmteste Gründe der Neurung von den lebendigen Kräften bis daher angeführet und Sorge getragen, dieser Secte nach dem Rechte der Wiedervergeltung alle die Vorwürfe und Zurechtweisungen zu bezahlen, welche sie den Schülern des Cartesius so häufig gemachet haben. Man würde mit Unrecht von uns verlangen, daß wir alles, was in dieser Sache auf der Seite des Herrn von Leibniz geschrieben worden, herbei ziehen sollten, um unserer Partei einen vollkommenen Triumph daraus zu zubereiten. Dieses würde heißen, von den Cedern auf dem Libanon an bis zu dem Ysop, der aus der Wand wächst, nichts verschonen, damit man sein Werk nur bereichern könne. Wir könnten noch mehr wie einen Streif in das Gebiet unserer Gegner thun, ihre

Güter ausplündern und dem Anhange des Cartesius so viel Siegeszeichen und Triumphbogen errichten; allein ich glaube, meine Leser werden kein großes Verlangen darnach bezeigen. Wenn man jemals mit Grunde gesagt hat, daß ein großes Buch ein groß Übel sei, so würde man es von einem solchen sagen können, welches wie dieses wenig andere Dinge als lauter verschiedene Vertheidigungen eben derselben Sache und zwar einer sehr abstracten Sache anziehet, endlich sie nur zu einem einzigen Endzwecke anziehet, nämlich sie alle zu widerlegen.

Wir können indessen diesem Mißbrauche der Weitläuftigkeit nicht so gänzlich absagen, daß wir nicht noch einen Beweis herbei zu ziehen berechtigt sein sollten, von dessen Verschweigung uns gleichwohl die ganze Anzahl der Gegner und Verfechter unserer Streitsache lossprechen würde. Dieser Beweis hat nur wegen des Ranges seines Verfassers einen Anspruch auf eine Stelle in dieser Abhandlung; allein er hat nicht die geringste in Betrachtung des Ansehens, darin er bei den Anhängern beider Parteien steht. Die Leibnitzianer haben nicht geglaubet, daß er ihrer Meinung etwas nutzen könne, und man hat nicht gesehen, daß sie zu demselben ihre Zuflucht genommen hätten, so sehr sie auch öfters in die Enge getrieben worden.

§ 103.

Ein Argument des Herrn Wolffen.

Herr Wolff ist derjenige, von dem wir diesen Beweis haben, und den er, mit allem Gepränge der Methode ausgezieret, in dem ersten Bande des Petersburgischen *Commentarii* vorgetragen hat. Man kann sagen, daß die Hindurchführung seines Satzes durch eine große Reihe von vorhergehenden Sätzen, die vermittelst einer gestrengen Methode sehr genau zertheilet und vervielfältiget werden, der Kriegslist einer Armee zu vergleichen ist, welche, damit sie ihrem Feinde ein Blendwerk mache und ihre Schwäche verberge, sich in viele Haufen sondert und ihre Flügel weit ausdehnet.

Ein jeder, der seine Abhandlung in dem angeführten Werke der Akademie lesen wird, wird befinden, daß es sehr schwer sei, in ihr dasjenige heraus zu suchen, was darin den rechten Beweis ausmacht, so sehr ist alles vermöge der analytischen Neigung, die sich daselbst hervor thut, gedehnet und unverständlich gemacht worden. Wir wollen uns die Beschaffenheit seines Unternehmens einigermaßen bekannt machen.

§ 104.

Der Haupt-Grundsatz dieses Argumentes.

Herr Papin hatte behauptet: man könne nicht sagen, daß ein Körper etwas gethan habe, wenn er gar keine Hindernisse überwältiget, keine Massen verrücket, keine Federn spannet u. s. w. Herr Wolff widerspricht ihm hierin und zwar aus diesem Grunde: Wenn ein Mensch eine Last durch einen gewissen Raum hindurch trägt, so ist jedermann darin einig, daß er etwas gethan und ausgerichtet habe; nun trägt ein Körper seine eigene Masse vermöge der Kraft, die er in wirklicher Bewegung besitzet, durch einen Raum hindurch; eben hiedurch hat seine Kraft etwas gethan und ausgeübet. Herr Wolff verspricht im Anfange seiner Abhandlung, sich dieses Grundes zu begeben und unabhängig von demselben seinen Satz zu beweisen; allein er hat sein Wort nicht gehalten.

Nachdem er erklärt hatte, was er durch unschädliche Wirkungen (*effectus innocuos*) verstehe, nämlich solche, in deren Hervorbringung die Kraft sich nicht verzehret, so setzet er einen Satz zum Grunde, auf welchem sein Gebäude einzig und allein errichtet ist, und den wir ihm nur nehmen dürfen, um alle Bemühung seiner Schrift fruchtlos zu machen. *Si duo mobilia per spatia inaequalia transferuntur, effectus innocui sunt ut spatia.* Dieses ist der Satz, den wir meinen. *) Lasset uns sehen, wie er

*) Es hat also Herr Wolff in der Bewegung durch einen Raum, darin dem Körper nichts widerstehet d. i. durch einen leeren Raum, demselben gewisse Wirkungen beigeleget;

es angefangen hat, ihn zu beweisen. Er schliesset auf folgende Weise: Wenn der Effect durch den Raum A wie e ist, so ist derjenige Effect, der in einem gleichen oder eben demselben Raum A geschiehet, auch e; folglich in dem Raum $2A$ ist er $2e$, in dem Raum $3A$ wird er $3e$ sein, d. i. die Effecten werden in der Proportion der Räume stehen.

Sein Beweis beruhet also auf dieser Voraussetzung: Wenn der Körper durch eben denselben Raum gehet, so hat er auch eben dieselbe unschädliche Wirkung ausgeübet. Dieses ist der rechte Punkt der Verführung und des Irrthumes, der sich hernach über seine ganze Schrift ausbreitet. Es ist nicht genug, daß nur der Raum eben derselbe sei, wenn die Wirkung, die in ihm durch einen gleichen Körper verübet worden, auch dieselbe sein soll; man muß hiebei die Geschwindigkeit des Körpers, womit er den Raum zurück leget, mit in Erwägung ziehen. Wenn diese nicht ebenfalls gleich ist, so wird aller der Gleichheit des Raumes ungeachtet die unschädliche Wirkung dennoch unterschieden sein. Dieses zu begreifen, müssen wir uns, so wie wir im 17. § gethan haben, den Raum, den der Körper durchläuft, nicht als vollkommen leer, sondern als mit Materie, aber mit unendlich dünner, folglich unendlich wenig widerstehender Materie erfüllet vorstellen. Dieses geschieht nur, damit wir eine wahre Wirkung und ein gewisses Subject derselben haben, denn im übrigen bleibt es dennoch eine unschädliche Wirkung, so wie im Wolffischen Argumente. Wenn also der Körper einen eben so großen Raum als ein anderer, der ihm gleich ist, zurücke leget, so haben sie beide gleich viel Materie verrücket, aber deswegen noch nicht allemal gleiche Wirkung ausgeübet. Denn wenn der eine seinen Raum mit zweimal mehr Geschwindigkeit durchgelaufen hat, so haben alle Theilchen seines Raumes durch seine Wirkung auch zweimal mehr Geschwindigkeit von ihm erhalten, als die Theilchen des Raumes,

---

und dieser Wirkungen bedienet er sich hernach zu einem Maße der Kraft des Körpers; folglich ist er seinem Versprechen nicht nachgekommen.

den der andere Körper mit einfacher Geschwindigkeit durchläuft, folglich hat der erstere Körper eine größere Wirkung ausgeübet, obgleich die Masse und der zurückgelegte Raum in beiden gleich war.

§ 105.

Noch ein Hauptgrund des Wolffischen Schediasmatis.

So ist denn der Grundsatz aller Schlüsse des Herrn Wolffen augenscheinlich falsch und streitet wider dasjenige, was man von den Begriffen des Wirkens und der Bewegung am allerklärsten und gewissesten beweisen kann. Wenn man einmal geirret hat, so ist die Folge nichts anders, als eine Kette von Irrthümern. Herr Wolff ziehet aus seinem Grundsatze einen andern, der seinem System eigentlich alle die große Folgerungen, die den Leser so unvermuthet überraschen und in Verwunderung setzen, darbietet. Er heißt: Weil in gleichförmiger Bewegung die Räume in zusammengesetztem Verhältniß der Geschwindigkeiten und Zeiten sind, so sind die unschädliche Wirkungen, wie die Massen, Zeiten und Geschwindigkeiten zusammen. Hierauf bauet er das Theorem: *Actiones, quibus idem effectus producitur, sunt ut celeritates.*

Wird widerleget.

In dem Beweise dieses Lehrsatzes findet sich ein Fehlschluß, der wo möglich noch härter ist als der, welchen wir kaum bemerket haben. Er hatte bewiesen, daß, wenn zwei gleiche Körper einerlei Wirkung in ungleicher Zeit ausrichten, ihre Geschwindigkeiten sich umgekehrt wie die Zeiten verhalten, darin diese gleiche Wirkungen hervorgebracht werden, das heißt, daß der Körper, der seine Wirkung in halber Zeit vollendet, zwei Grade Geschwindigkeit habe, da der andere im Gegentheil, der die ganze Zeit dazu aufwenden muß, nur einen Grad besitzet. Hieraus schliesset er: Weil jedermann gestehet, diejenige Action sei zweimal größer, die in zweimal kürzerer Zeit als

eine andere ihre Wirkung vollbringet, so werden die *Actiones* in diesem Falle in umgekehrtem Verhältniß der Zeiten, d. i. dem geraden von den Geschwindigkeiten, sein. Hierauf gehet er weiter fort und erwäget den Fall, da zwei verschiedene Körper einerlei Wirkung in gleicher Zeit ausüben. Er zeiget, daß in diesem Falle die Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältniß der Massen sein werden, und schliesset ferner also: *Quoniam hic eadem est ratio massarum, quae in casu priori erat temporum, ratio vero celeritatum eodem modo sese habet: perinde est, sive massae sint eaedem et tempus diversum, sive massae diversae et tempus idem etc.* Dieser Schluß ist ein Ungeheuer, nicht aber ein Argument, das man in einer mathematischen Abhandlung finden sollte. Man erinnere sich, daß in dem vorigen Falle nur deswegen sei gesagt worden, die *Actiones* zweier gleichen Körper, welche in ungleichen Zeiten gleiche Wirkung ausrichten, sein umgekehrt wie die Zeiten, weil diejenige Action, die eine Wirkung in kürzerer Zeit ausrichtet, eben deswegen und auch in eben demselben Maße größer ist, als eine andere, welche dazu mehr Zeit aufwendet. Also hat dieser Schluß aus diesem Grunde statt, weil die Kürze der Zeit, darin eine Wirkung vollendet wird, jederzeit von einer desto größern Action zeuget. Allein wenn ich, wie hier in dem zweiten Falle an statt der Ungleichheit der Zeiten die Ungleichheit der Massen setze und dagegen die Zeiten gleich mache, so siehet man leicht, daß die Ungleichheit der Massen die Folge nicht habe, welche die Ungleichheit der Zeiten hat. Denn bei der erstern hatte der Körper, der in kleinerer Zeit seine Wirkung vollendete, eben deswegen, weil die Zeit kleiner war, eine größere Action ausgeübet; allein hier hat der Körper, der eine kleinere Masse hat und mit derselben in gleicher Zeit eben so viel Wirkung als der andre ausrichtet, nicht wegen der Kleinigkeit seiner Masse eine größere Activität. Dies wäre ganz ungereimt zu sagen; denn die Kleinigkeit der Masse ist ein wahrer und wesentlicher Grund, worauf vielmehr die Kleinigkeit der Activität beruhet, und wenn ein Körper ohnerachtet

dieser Kleinigkeit der Masse dennoch in gleicher Zeit eben so viel Wirkung als ein anderer ausübet, so kann man nur schließen, daß das, was seiner *Actioni* wegen einer geringen Masse abgehet, durch eine größere Geschwindigkeit ersetzet und ausgefüllet und dadurch der *Actioni* des andern gleich gemacht worden. Also wenn die Massen ungleich, die Zeiten und Wirkungen aber gleich sind, so kann man nicht sagen, die *Actiones* der Körper verhalten sich umgekehrt wie ihre Massen, obwohl in dem Falle der ungleichen Zeiten und gleichen Massen diese Proportion in Ansehung der Zeiten und *Actionum* statt hatte. Es ist daher nicht einerlei, ob die Massen ungleich und die Zeiten gleich, oder ob die Zeiten ungleich und die Massen gleich sind.

So ist denn derjenige Beweis, worauf ein Haupttheorem in der Wolffischen Abhandlung gegründet worden, ungültig und unnütze; also werden die lebendige Kräfte daselbst kein Land finden, das sie nähren kann.

Es giebt zuweilen in einer Schrift gewisse mäßige Fehler, die sich nicht sehr weit ausbreiten und die Gültigkeit der Hauptsache nicht gänzlich verderben. Allein in derjenigen, von welcher wir reden, laufen die Sätze an der Methode als an einem Seile herab; daher machen ein oder zwei Irrthümer das ganze System verwerflich und unbrauchbar.

§ 106.

Wir haben noch keine Dynamik.

Herr Wolff hatte in seiner Abhandlung das Vorhaben, uns die erste Grundlage zu einer Dynamik zu liefern. Sein Unternehmen ist unglücklich ausgefallen. So haben wir denn noch zur Zeit keine dynamische Grundsätze, auf welche wir mit Recht bauen können. Unsere Schrift, welche die wahre Schätzung der lebendigen Kräfte darzulegen verspricht, sollte diesen Mangel ergänzen. Das dritte Capitel soll hievon einen Versuch machen; allein darf man

wohl hoffen, daß man das Ziel treffen werde, da es einem von den Versuchtesten in dieser Art der Betrachtung nicht gelungen ist, es zu erreichen?

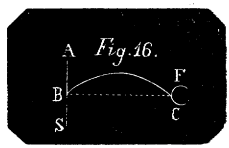
§ 107.

Das Argument des Herrn von Musschenbroek.

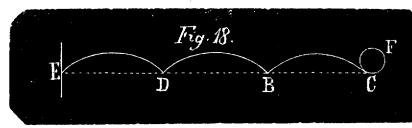
Eben, da ich im Begriffe bin, die Widerlegung derer Gründe, worauf die berühmteste Leibnizianer ihre Kräftenschätzung gründen, mit dem vorhergehenden Falle zu beschließen, erhalte ich die vom Herrn Professor Gottscheden übersetzte Grundlehren der Naturwissenschaft des Herrn Peters von Musschenbroek, die in der Ostermesse dieses 1747sten Jahres an das Licht getreten sind. Dieser große Mann, der größeste unter den Naturforschern dieser Zeit, an dessen Meinungen das Vorurtheil und der Secteneifer weniger, als an irgend eines andern Menschen Lehrsätzen einen Antheil hat, dieser so berühmte Philosoph hat die Schätzung des Herrn von Leibniz erstlich seiner mathematischen Untersuchung, hernach den Versuchen, die er so geschickt zu machen weiß, unterworfen und in beiden bewährt befunden. Dieser letztere Weg, den er genommen hat, gehöret nicht zu gegenwärtigem Hauptstücke; allein der erstere gehöret zu demselben. Die Absicht dieser Abhandlung erfordert es von mir, die Schwierigkeiten, die der berühmte Verfasser daselbst der Schätzung des Cartesius machet, zu erwägen und sie wo möglich von dem Gegenstande, dessen Vertheidigung unser Geschäfte ist, abzuwenden. Werden mir aber nicht die enge Gränzen dieser Blätter, oder, damit ich mich offenherzig ausdrücke, die erstaunliche Ungleichheit, die sich hier hervorthut, unüberwindliche Hindernisse setzen?

Laßt uns sehen, was vor Gründe es gewesen sind, die ihm in der mathematischen Erwägung Leibnizens Gesetze zu beweisen geschienen haben (Fig. 16). Wenn eine gewisse äußerliche Ursache, die sich mit dem gedrückten Körper zugleich mit beweget, z. E. eine Feder *BC*, die, an dem Widerhalte *AS* befestiget,

einen Körper *F* fortstößet, gegeben ist, so wird sie demselben, wenn er in Ruhe ist, 1 Grad Geschwindigkeit ertheilen. So bald aber dieser Körper diesen Grad schon besitzet, so werden zweimal mehr Federn erfordert, ihm den zweiten Grad der Geschwindigkeit zu geben. Denn wenn sich die einfache Feder noch einmal allein ausstreckete, so würde der Körper, der sich schon mit eben dem Grade Geschwindigkeit wirk-



lich beweget, womit die Feder sich ausdehnet, dieselbe fliehen und ihre Drucke nicht in sich aufnehmen. Allein es muß die zweite Feder *DB* (Fig. 17) hinzukommen, die da machet, daß der Punkt *B*, an welchem sich die Feder *BC* steifet, dem Körper mit der Geschwindigkeit, damit er entfliehen würde, nachfolge, und daß auf diese Weise der Körper *F* wie anfänglich in Ansehung der Feder *BC* ruhe, damit er, wenn diese sich ausstrecket, den Grad Geschwindig-



keit wie 1 erhalte. Eben (Fig. 18) so werden drei Federn *ED*, *DB*, *BC* erfordert, um dem Körper *F*, der schon an sich 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, nur den dritten zu ertheilen. Einem Körper, der schon 100 Grade hat, einen einzigen neuen zu ertheilen, werden 101 Federn erfordert und so weiter. Also ist die Anzahl der Federn, die nöthig sind, einem Körper einen gewissen Grad Geschwindigkeit zu geben, wie die Anzahl der Grade, in welche die ganze Geschwindigkeit des Körpers zertheilet ist; d. i. die ganze Kraft der Federn, die einem Körper einen Grad Geschwindigkeit

mittheilen, ist wie die ganze Geschwindigkeit, die der Körper alsdann haben würde, wenn er diesen Grad besäße. Nun sind in dem Triangel *ABC* (Fig. 19), dessen *Cathetus AB* in gleiche Theile getheilet worden, die Linien *DE*, *FG*, *HI* etc. wie die Linien *AD*, *AF*, *AH*, folglich kann man sich der Linie *DE* bedienen, um diejenige Feder anzuzeigen, die dem Körper den ersten Grad der Geschwindigkeit *AD* ertheilet; die zweimal größere Linie *FG*, um die zweifache Feder anzuzeigen, die den zweiten Grad Geschwindigkeit *DF* hervorbringt; die Linie *HI*, um die dreimal größere Feder anzudeuten, die den dritten Grad Geschwindigkeit *FH* erwecket u. s. w. Wenn man sich diese Linien *DE*, *FG* etc. unendlich nahe gedenket, so werden sie nach der Methode des unendlich Kleinen, die Cavalerius in die Meßkunst eingeführet hat, den ganzen Inhalt des Triangels *ABC* ausmachen. Also ist die Summe aller Federn, die in einem Körper die Geschwindigkeit *AB* erzeugen, wie die Fläche *ABC*, d i. wie das Quadrat der Geschwindigkeit *AB*. Diese Federn aber stellen die Kräfte vor, welche zusammen in dem Körper gedachte Geschwindigkeit hervorgebracht haben, und wie sich die Anzahl Kräfte, die in einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft; also ist die Kraft eines Körpers wie das Quadrat der Geschwindigkeit, die er besitzet.

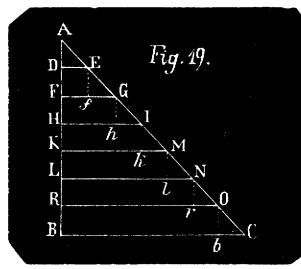


Fig. 19.

§ 108.

Untersuchung dieses Argumentes.

Ich glaube, ein Anhänger des Cartesius würde folgendes gegen diesen Beweis einwenden:

Wenn man die in einen Körper übertragene Kraft nach der Summe gewisser Federn schätzen will, so

muß man nur diejenige Federn nehmen, die ihre Gewalt in den Körper wirklich hinein bringen; allein diejenige, die in ihn gar nicht gewirket haben, kann man auch nicht gebrauchen, um eine ihnen gleiche Kraft in dem Körper zu setzen. Dieser Satz ist einer von den allerdeutlichsten der Mechanik, und den nie ein Leibnizianer in Zweifel gezogen hat. Der Herr von Musschenbroek selber bekennet sich zu demselben am Ende seines Beweises; denn dieses sind seine Worte: Wie sich die Anzahl Kräfte, die in einen Körper wirken, verhält, so verhält sich auch die in demselben hervorgebrachte Kraft. Wenn aber ein Körper *F*, der sich schon mit 1 Grade Geschwindigkeit beweget, durch die Ausstreckung der zweien Federn *DB*, *BC* den 2ten Grad erhält, so wirket von diesen zweien Federn nur *BC* in ihn, *DB* aber bringet nichts von ihrer Spannungskraft in ihn hinein. Denn die Feder *DB* strecket sich mit 1 Grade Geschwindigkeit aus; der Körper *F* aber beweget sich auch schon wirklich mit 1 Grade; also fliehet *F* den Druck dieser Feder, und dieselbe wird ihn in ihrer Ausbreitung nicht erreichen können, um die Kraft ihrer Ausspannung in ihn zu übertragen. Sie thut weiter nichts, als daß sie den Widerhalt *B*, an welchem sich die Feder *BC* steifet, dem Körper *F* mit eben der Geschwindigkeit, womit er sich beweget, nachträget, damit derselbe in Ansehung dieses Körpers ruhe, und die Feder *BC* ihre ganze Kraft, die wie 1 ist, in ihn hinein bringe. Sie ist also keine wirkende, sondern nur eine Gelegenheitsursache der Kraft, die auf diese Weise in *F* zu der ersteren hinzu kommt; die einzige Feder *BC* aber ist die wirkende Ursache derselben. Ferner wenn dieser Körper schon 2 Grade Geschwindigkeit besitzet, so ertheilet ihm unter den drei gleichen Federn *ED*, *DB*, *BC* nur die einzige *BC* ihre Kraft und auch den dritten Grad der Geschwindigkeit u. s. w. ins Unendliche. Also wenn *DE* (Fig. 19) die erste Feder ist, deren Kraft in den Förper *F* hinein gekommen und den ersten Grad Geschwindigkeit *AD* in ihm erwecket hat, so hat die Feder *fG*, die ihr gleich ist, ihm den zweiten Grad Geschwindigkeit gegeben und ihre Kraft in ihn über-

tragen, die Feder hI den dritten Grad u. s. w.; folglich macht die Summe der Federn $DE + fG + hI + kM + lN + rO + bC = BC$ die ganze Größe der Kraft aus, die an den Körper F von seiner Ruhe an angewandt worden, und die in ihm die Geschwindigkeit AB erwecket hat. Es verhält sich aber BC wie AB, und BC ist die Kraft, AB aber die Geschwindigkeit; also ist die Kraft wie die Geschwindigkeit und nicht wie das Quadrat derselben.

§ 109.

Neuer Fall zu Bestätigung des Cartesianischen Kräftenmaßes.

Nunmehro sind wir über alle die Schwierigkeiten hinweg, die uns in der Behauptung des Cartesianischen Gesetzes entgegen stehen könnten. Wir wollen es aber hiemit noch nicht gnug sein lassen. Eine Meinung, die einmal im Besitze des Ansehens und sogar des Vorurtheiles ist, muß man ohne Ende verfolgen und aus allen Schlupfwinkeln heraus jagen. Eine solche ist wie das vielköpfichte Ungeheuer, das nach jedwedem Streiche neue Köpfe aushecket.

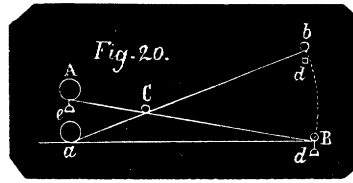
Vulneribus foecunda suis erat ille: nec ullum
De centum numero caput est impune recisum,
Quin gemino cervix haerede valentior esset.

Ovid. Metam.

Ich würde es mir vor sehr rühmlich halten, wenn man an diesem Werke tadelte, daß es die Leibnitzische Kräftenschätzung überflüssig und mit mehr Gründen, als es nöthig gewesen wäre, widerlegt hätte; allein ich würde mich schämen, wenn ich es daran hätte ermangeln lassen.

Nehmet eine inclinirte Schnellwage ACB (Fig. 20), deren ein Arm CB gegen den andern AC vierfach, der Körper B aber, der das Ende des vierfachen Armes drücket, gegen den andern A viertheilig ist. Diese werden in der Lage, darin wir sie gesetzet haben, ruhen und gegen einander vollkommen im Gleichgewichte stehen. Hänget zu dem Körper A noch

ein kleines Gewichte e hinzu, so wird der Körper B durch den Bogen Bb gehoben und A dagegen durch den Bogen Aa herabsinken, der Körper B aber wird in dieser Bewegung viermal mehr Geschwindigkeit als A erhalten. Nehmet das Gewichte e hinweg und hänget dagegen ein viermal kleineres d zu dem Körper b an das Ende des Wagarmes Cb hinzu; so wird b durch den Bogen bB niedergedrückt, a aber durch den Bogen aA hinauf gehoben werden; b aber, welches einerlei mit B ist, wird hiedurch eben so viel Geschwindigkeit als in dem erstern Falle erhalten, imgleichen a, welches einerlei mit A ist, wird seine Geschwindigkeit, die in ihn im erstern Falle hinein gebracht wurde, nun ebenfalls bekommen; nur mit diesem



Unterscheide, daß die Richtung der Bewegungen umgekehrt wird. Da nun die Wirkung, welche das angehängte Gewichte e ausübt, in der Kraft, die der Körper A und B zusammen haben, bestehet, und die Wirkung, die das viermal kleinere d ausrichtet, ebenfalls in derjenigen Kraft, welche $b = B$ und $a = A$ hiedurch zusammen erhalten, zu setzen ist, so ist klar, daß diese Gewichter e und d gleich große Wirkungen ausgeübt, folglich gleich viel Kraft müssen angewandt und also auch gehabt haben. Es sind aber die Geschwindigkeiten, womit diese Gewichter e und d wirken, (nämlich sowohl ihre Anfangsgeschwindigkeiten, als die endliche Geschwindigkeiten, die sie durch die Häufung aller dieser Druckungen erhalten) umgekehrt wie ihre Massen; also haben zwei Körper, deren Geschwindigkeiten in umgekehrtem Verhältniß ihrer Massen sind, gleiche Kräfte; welches die Schätzung nach dem Quadrate umwirft.

§ 110.

Leibnizens Zweifelsknoten.

Die Cartesianer haben den Vertheidigern des neuen Kräftenmaßes niemals mit mehr Zuversicht Trotz bieten können, als nachdem Herr Jurin den Fall gefunden hat, dadurch man auf eine einfache Art und mit sonnenklarer Deutlichkeit einsiehet, daß die Verdoppelung der Geschwindigkeit jederzeit nur die Verdoppelung der Kraft setze. Herr von Leibniz leugnete dieses insbesondere in dem Versuche einer dynamischen Abhandlung, die er den *Actis**) einverleibet. Man höre ihn nur folgendergestalt reden: *Cum igitur comparare vellem corpora diversa aut diversis celeritatibus praedita, equidem facile vidi: si corpus A sit simplum, et B sit duplum, utriusque autem celeritas aequalis, illius quoque vim esse simplam, huius duplam, cum praecise, quicquid in illo ponitur semel, in hoc ponatur bis. Nam in B est bis corpus ipsi A aequale et aequivelox nec quicquam ultra. Sed si corpora A et C [B] sint aequalia, celeritas autem in A sit simpla et in C dupla, videbam non praecise, quod in A est, duplari in C, etc.* Diesen Knoten hat Herr Jurin durch den leichtesten Fall von der Welt aufgelöset.

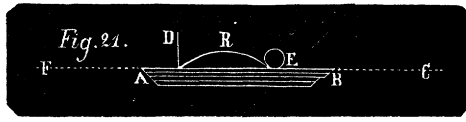
Auflösung des Herrn Jurins.

Er nahm eine bewegliche Fläche, z. E. (Fig. 21) einen Kahn AB, an, der sich nach der Richtung BC mit der Geschwindigkeit wie 1 beweget und die Kugel E mit gleicher Bewegung mit sich wegführet. Diese Kugel hat also durch die Bewegung der Fläche die Geschwindigkeit 1 und auch die Kraft 1. Er nimmt ferner auf dieser Fläche eine Feder R an, die an dem Widerhalte D losschnellet und der gedachten Kugel E für sich noch einen Grad Geschwindigkeit und also auch einen Grad Kraft ertheilet. Also hat dieselbe zusammen zwei Grade Geschwindigkeit und mit denselben zwei Grade Kraft empfangen. Es ziehet folglich die Verdoppelung der Geschwindigkeit nichts

*) Acta 1695, pag. 155.

mehr als die Verdoppelung der Kraft nach sich und nicht, wie die Leibnizianer sich fälschlich überreden, die Vervierfachung derselben.

Dieser Beweis ist unendlich deutlich und leidet gar keine Ausflucht, denn die Bewegung der Fläche kann nichts mehr thun, als daß sie dem Körper eine Geschwindigkeit, die ihr gleich ist, das ist, eine einfache Geschwindigkeit und folglich auch eine einfache Kraft ertheile. Die Feder *R* aber, weil sie eine gemeinschaftliche Bewegung mit der Fläche und Kugel zugleich hat, wirket mit nichts als ihrer Spannungskraft. Diese nun ist gerade so groß, daß sie einem Körper, wie der unsrige ist, nicht mehr wie einen Grad Geschwindigkeit und also auch nur einen Grad Kraft ertheilen könne. Also wird man in allem,



was in die Construction dieses Problems hineinkommt, nichts mehr als die Ursachen zu 2 Graden Kraft antreffen, man mag sich wenden, wohin man wolle, und dennoch werden in dem Körper wirklich 2 Grade Geschwindigkeit vorhanden sein.

§ 111.

Der Frau von Chastelet Einwurf gegen Jurins Argument.

Die Marquisin von Chastelet hat dieses Argument des Herrn Jurins bestritten, aber auf eine Art, deren Schwäche zu bemerken sie scharfsinnig genug gewesen wäre, wenn die Neigung gegen eine Meinung, auf welche einmal die Wahl gefallen, nicht einer schlimmen Sache den schönsten Anstrich geben könnte.

Sie hat folgendes eingewandt. Der Kahn *AB* ist keine unbewegliche Fläche; folglich wenn sich die Feder *R* gegen den Widerhalt *D* steifet, so wird sie in den Kahn gewisse Kräfte hineinbringen, und man

wird also in der Masse des Kahnes die 2 Grade Kraft wiederfinden, die man in dem Körper E nach Leibnizischer Schätzung vermisset.

§ 112.

In dieser Ausflucht findet sich der Fehler desjenigen Trugschlusses, den man *fallaciam ignorationis elenchi* nennt. Sie greift das Argument ihres Gegners nicht eigentlich da an, wo er den Nerven seines Beweises hinein geleget hat; sondern bekümmert sich um einen zufälligen Nebenumstand, der ihrer Meinung günstig zu sein scheinet, der aber dem Jurinischen Beweise nicht nothwendig anklebet. Wir können diesen Stein des Anstoßes leicht aus dem Wege räumen. Es hindert uns nichts, uns den Kahn AB als durch eine solche Kraft getrieben vorzustellen, die ihm nicht verstattet, vermöge der Anstrengung der Feder gegen D in die Richtung AF im geringsten zurück zu weichen. Man darf ihn zu diesem Ende nur von unendlich großer Masse gedenken. Der Kahn wird alsdenn durch die endliche Kraft der Feder R nur unendlich wenig, d. i. gar nicht, weichen; also wird der Körper eben die Kraft von dieser Feder erhalten, als wenn dieselbe, gegen einen gänzlich unbeweglichen Widerhalt gespannet, losschnellete, d. i. er wird ihre ganze Kraft erhalten.

§ 113.

Herrn Richters Einwurf gegen Jurins Argument.

Herr Richter, der in dem Verzeichnisse derjenigen, welche zu der Emporhaltung des neuen Kräftenmaßes ihren Beitrag gethan haben, keine geringe Stelle verdienet, hat einen etwas scheinbareren Einwurf gegen Jurins Argument vorgebracht. *)

Er glaubt, eben dieselbe Kraft könne in Relation gegen verschiedene Dinge sehr ungleich sein. Die Feder R habe der Kugel E zwar in Ansehung der Dinge, die sich mit dem Kahne zugleich in einer

*) Act. Erud. 1735, p. 511.

Richtung und Geschwindigkeit bewegen, eine Kraft wie 1 ertheilet, allein in Ansehung der Gegenstände, die da außerhalb dem Kahne wirklich ruhen, habe die Feder der Kugel nicht eine einfache, sondern dreifache Kraft gegeben.

Ich möchte gerne wissen, wo doch die zwei Grade Kraft, die nach Herrn Richters Meinung der Körper *E* in Relation gegen die ruhende Gegenstände erhält, herkommen sollten; denn sie können doch nicht wegen einer leeren Abstraction oder eines müßigen Gedankens in ihm entstanden sein; sondern es müssen durchaus thätige Ursachen und Kräfte sein, wodurch sie hätten hervorgebracht werden sollen. Wenn aber alles gegen die äußere Dinge in absoluter Ruhe ist, und der Kahn fängt an, sich mit einem Grade Geschwindigkeit zu bewegen, so entstehet in dem Körper *E* hiedurch ein Grad absoluter Kraft. Von da an thut der Kahn schon keine Wirkung mehr in den Körper; denn er ruhet in Ansehung seiner, allein die Spannungskraft der Feder fängt an ihre Thätigkeit auszulassen. Diese hat nun gerade nur so viel, als zu Hervorbringung eines Grades Kraft erfordert wird; mehr wird man in ihr vergeblich suchen. Es ist also in den Körper nicht mehr absolute Wirkung verübt worden, als nur so viel man zu 2 Graden Kraft rechnet. Wenn nun in Relation gegen die ruhenden Dinge, d. i. in absolutem Verstande, in dem Körper 4 Grade Kraft entstanden sein sollten, und es wäre dennoch nicht mehr wie 2 Grade absolute Wirkung in demselben ausgeübet worden, so müßten 2 Grade von ohngefähr und ohne Ursache entstanden, oder aus dem Nichts hervorgekrochen sein.

Man kann zu gänzlicher Vermeidung alles Scrupels, wenn anders in einer so klaren Sache einiger Scrupel statt hat, den Fall des Herrn Jurins so einrichten, daß, wenn alles in absoluter Ruhe ist, der Körper *E* zuerst von der Feder einen Grad Geschwindigkeit überkomme, indessen daß der Kahn noch ruhet, so wird unstrittig diese erlangte Kraft des Körpers *E* eine absolute Kraft sein. Wenn nun der Kahn sich alsdenn auch anfängt, mit einem Grade zu bewegen, so ist dieses wiederum eine absolute Bewegung, weil

er vorher gegen alle Dinge ruhte. Er theilt also allem demjenigen, was zu seiner Masse gehöret, folglich auch dem Körper *E* wiederum einen Grad Kraft mit, der, weil die Ursache, die ihn erzeugete, in absoluter Bewegung gewirket hat, von derselben nicht mehr wie einfach sein kann. Also entspringen auch auf diese Weise in allem nicht mehr wie 2 Grade Kraft vor den Körper *E*.

Herr Richter suchet sich noch mit einer andern Ausflucht, die er von dem Stoße elastischer Körper hernimmt, heraus zu wickeln. Allein seine Rechtfertigung ist auf der gemeinen Hypothese der Leibnizianer erbauet, daß man nach dem Stoße elastischer Körper gerade die Kraft, die vor dem Stoße war, antreffen müsse. Wir haben diese Voraussetzung widerleget; also ist es nicht nöthig, sich mit Herrn Richtern hier insbesondre einzulassen.

---

§ 113a.

Zusätze und Erläuterungen,

die einige Stücke dieses Capitels betreffen.

I. Erläuterung zum 25ten §.

Weil das Theorem dieses § die vornehmste Grundfeste unserer gegenwärtigen Betrachtungen ist, so wollen wir es unter einer etwas deutlichern Gestalt vortragen.

Deutlicherer Vortrag des 25ten §.

Das Merkmal einer wirklichen Bewegung ist eine endliche Dauer derselben. Diese Dauer aber oder die von dem Anfange der Bewegung verflossene Zeit ist unbestimmt, kann also nach Belieben angenommen werden. Wenn demnach die Linie *AB* (Fig. 2) die während der Bewegung verfließende endliche Zeit vorstellet, so hat der Körper in *B* eine wirkliche Bewegung, ferner in *C*, als der Hälfte, auch in *D*, als dem Punkte des Viertheiles, und so fortan in allen

noch kleineren Theilen dieser Zeit, man mag sie ins Unendliche so klein machen, als man will; denn dieses erlaubet der unbestimmte Begriff ihrer Größe. Also kann ich diese Zeit unendlich klein gedenken, ohne daß hiedurch dem Begriffe der Wirklichkeit der Bewegung etwas abgehet. Wenn aber die Zeit dieser Dauer unendlich klein ist, so ist sie wie nichts zu rechnen, und der Körper ist nur in dem Anfangspunkte, d. i. in einer bloßen Bestrebung zur Bewegung. Folglich wenn es ohne fernere Einschränkung, so wie Leibnizens Gesetze erheischet, wahr ist, daß des Körpers Kraft in jeder wirklichen Bewegung das Quadrat zum Maße hat, so ist sie auch bei bloßer Bestrebung zur Bewegung also beschaffen; welches sie selber doch verneinen müssen.

Woher der undeterminirte Begriff der endlichen Zeit die unendlich kleine mit in sich schließet.

Es scheinet beim ersten Anblicke, als wenn Leibnizens Gesetze durch die ihm anhängende Einschränkung der endlichen verflossenen Zeit genugsam gesichert sei, daß es nicht auf die Bewegung, deren Dauer unendlich klein ist, könne gezogen werden; denn die endliche Zeit ist ja ein Begriff, der ein von der unendlich kleinen Zeit ganz unterschiedliches Geschlechte andeutet; also hat es das Ansehen, daß bei dieser Einschränkung dasjenige durchaus nicht könne auf die unendlich kleine Zeit gezogen werden, was nur unter der Bedingung der endlichen zugelassen wird. Es hat dieses auch seine Richtigkeit; wenn man von der endlichen Zeit so redet, daß man dabei voraussetzet, daß sie bestimmt und ihre Größe determinirt sein müsse, wenn diese oder jene Eigenschaft aus ihr, als einer Bedingung herfließen soll. Wenn man aber eine endliche Zeit erfordert, aber dabei zulässet, daß man sie so groß oder klein nehmen könne, als man wolle, so ist alsdenn auch die unendlich kleine Zeit mit in ihr Geschlecht eingeschlossen. Den Leibnizianern kann dieses nicht unbekannt sein. Denn sie müssen wissen, daß ihr Ahnherr das Gesetz der Continuität auf diesem Grunde erbauet habe, daß

nämlich, wenn man annimmt, A sei größer als B, doch so, daß es unbestimmt sei, wie viel oder wenig es größer sei, so werde man, ohne den Gesetzen, die unter dieser Bedingung wahr sein, Eintrag zu thun, auch sagen können, A sei B gleich, oder, wenn man A gegen B anlaufen läßt und annimmt, daß sich B auch bewege, so werde man, wenn der Grad dieser seiner Bewegung unbestimmt ist, auch annehmen können, daß B ruhe, ohne daß hiedurch dasjenige könne aufgehoben werden, was unter jener Bedingung festgesetzet ist, und so in andern Fällen mehr.

Leibnizens Schätzung gilt auch nicht unter der Bedingung der endlichen Geschwindigkeit.

Wollte man endlich noch sagen, daß Leibnizens Schätzung zwar nicht unter der Bedingung der endlichen Zeit, aber dennoch unter der Voraussetzung der endlichen Geschwindigkeit wahr sei (obgleich dieses offenbar gegen ihre Lehre sein würde), so merke man, daß man die endliche Geschwindigkeit eben so wohl als die endliche Zeit durch die Linie AB (Fig. 2) vorstellen könne, und alsdenn wird es sich gleichfalls ausweisen, daß, wenn ihr Gesetz überhaupt bei endlicher Geschwindigkeit gilt, es auch bei unendlich kleiner gelten müsse, welches sie doch selber nicht umhin können zu leugnen.

II. Zusätze zu den §§ 31 bis 36.

Unsere Gegner rechnen es unter die klärsten Begriffe, die man nur haben kann, daß ein Körper gerade die Kraft aller der Federn habe, die er zudrückt, bis ihm seine ganze Bewegung genommen worden, die Zeit, in der diese Federn zugedrücket werden, sei, wie sie wolle. Herr Johann Bernoulli sagt von denen, die mit der Anzahl der überwältigten Federn allein nicht zufrieden sein, sondern noch immer nach der Zeit der Zudrückung fragen, daß sie eben so ungereimt wären, als einer, der die Menge Wasser in einem Becher messen will und sich an dem wirklichen Maße, was er vor sich hat, nämlich der Ca-

pacität des Bechers, nicht begnüget, sondern meinet, er müsse noch die Zeit dazu wissen, in der dieser Becher angefüllet worden. Er setzt vor Zuversicht und Unwillen hinzu:*) *Desine igitur quaerere nodum in scirpo.* Die Frau Marquisin von Chastelet hat einen eben so scherzhaften Einfall in Bereitschaft; allein sie irren beide und zwar, wo mir es erlaubt ist zu sagen, mit eben so großem Nachtheile ihres Ruhmes, als die Zuversicht war, die sie in diesem Irrthume haben blicken lassen.

Woher die Zeit nothwendig bei der Hinderniß der Schwere in Anschlag kommt.

Wenn eine jede von den Federn *A*, *B*, *C*, *D*, *E* von solcher Art ist, daß sie nur einem einzigen Drucke des Körpers *M* widerstehet und zugleich dadurch ihre ganze Thätigkeit verlieret, folglich hernach in dem Körper *M* gar keine Wirkung mehr thut, er mag ihr so lange ausgesetzet sein, als er wolle, so gestehe ich selber, daß der Körper einerlei Kraft ausgeübet habe, er mag diese Federn in einfacher, oder vierfacher Zeit zugedrückt haben, denn nachdem er sie einmal zugedrückt hat, so bringt er die übrige Zeit bei ihr müßig zu. Wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers die Thätigkeit der Feder, deren Druck er überwindet, nicht zugleich aufhebet, so gehen aus der Feder in den entgegenwirkenden Körper alle Augenblicke neue Grade Kraft über; denn die Wirksamkeit dieser Feder, die in dem ersten Augenblicke die Ursache eines in dem Körper erloschenen Grades Kraft war, ist es auch noch und zwar eben so stark in dem zweiten Augenblicke, ferner in dem dritten und so weiter in allen folgenden ins Unendliche. Unter diesen Bedingungen ist es nicht einerlei, ob der Körper, der den Druck dieser Feder überwältiget, es in kürzerer, oder längerer Zeit thue; denn in der längern hat er mehr Drückungen ausgehalten, als in der kürzeren. Nun ist aber der Druck der Schwere von dieser Art. Eine jede Feder

*) Acta Erud. 1735, p. 210.

derselben wirket alle Augenblicke mit gleicher Thätigkeit, und der Körper, der ihren Druck in dem ersten Augenblicke überwindet, hat es deswegen noch nicht auf alle folgende Augenblicke gethan. Er wird zu dem zweiten eben so viel Kraft brauchen u. s. f. Die Kraft also, die ein Körper aufwendet, der Drückung eines einzigen Theiles der schwermachenden Materie Widerstand zu leisten, ist nicht bloß wie die Intensität der Schwerdrückung, sondern wie das *Rect-angulum* aus dieser in die Zeit.

Noch ein Beweis gegen die lebendige Kräfte.

Man kann zum überflüssigen Beweis des Satzes, daß nicht die Anzahl der Federn, sondern die Zeit das Maß der verübten Wirkung sei, noch dieses hinzusetzen. Ein schräg geworfener Körper, dessen Bewegung parabolisch ist, müßte sowohl eine gewisse Höhe weit schneller durch den Fall zurücklegen, als auch eine viel größere Geschwindigkeit und Kraft am Ende desselben überkommen, als ihm der senkrechte Fall von gleicher Höhe ertheilen könnte. Denn indem er die krumme Linie beschreibt, so durchläuft er bis zum Ende des Falles einen größern Raum, als wenn er vertical gefallen wäre. In jenem größeren Raum aber muß er nothwendig mehr Federn der Schwere erdulden, als er in der kurzen geraden Linie antreffen konnte, denn die schwerdrückende Materie ist nach allen Seiten gleich verbreitet; also müßte er Leibnizens Satze zufolge in jenem mehr Kraft und Geschwindigkeit erlangen, als in diesem, welches ungereimt ist.

Gedanken über den Streit

zwischen der Frau Marquisin von Chastelet und dem Herrn von Mairan von den lebendigen Kräften.

Der Herr von Mairan ist auf den Anschlag gekommen, die Kraft eines Körpers nach den nicht überwundenen Hindernissen, nicht zugedrück-

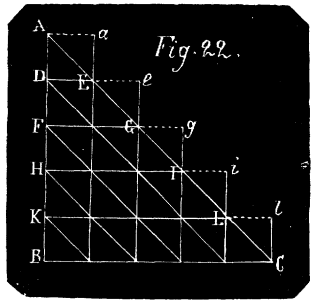
ten Federn, nicht verrückten Materien zu schätzen, oder, wie sich die Frau von Chastelet ausdrückt, nach demjenigen, was er nicht thut. Diese Gegnerin hat so etwas Wunderliches in diesem Gedanken zu finden vermeinet, daß sie geglaubet hat, sie dürfe, um ihn lächerlich zu machen, ihn nur anführen. Ungeachtet dieser berühmte Mann nun seinem Gedanken eine Einschränkung beigefügt hat, worauf eigentlich alles ankommt, nämlich: daß diese Federn dennoch würden zugedrückt worden sein, wenn man durch eine Hypothese annähme, daß er seine Kraft behalten, oder immer wieder angenommen hätte, so findet seine Gegnerin dennoch so etwas Unerlaubtes und Unbefugtes in dieser Hypothese, daß sie ihm deswegen einen noch viel härteren Vorwurf macht. Ich werde kürzlich zeigen, wie gewiß und untrüglich der Gedanke dieses vortrefflichen Mannes sei, und daß außer des Herrn Jurins seinem, den wir schon angeführet haben, nicht leicht etwas Entscheidenderes und Gründlicheres in dieser Sache habe ersonnen werden können.

Vertheidigung der Schätzungsart des Herrn von Mairan gegen die Frau von Chastelet.

Wenn man dasjenige nimmt, was die Kraft eines Körpers eingebüsset hat, indem gewisse Hindernisse durch dieselbe überwunden worden, wenn man, sage ich, diese Einbuße mißt, so weiß man auf das Gewisseste, wie groß die gesammte Gewalt des überwältigten Widerstandes gewesen ist; denn der Körper hätte diesen Widerstand oder Hinderniß nicht überwinden können, ohne einen ihr gleichen Grad Kraft dabei aufzuwenden, und wie groß dann diese in dem Körper zernichtete und verzehrte Kraft ist, so stark ist auch die Hinderniß gewesen, die ihm dieselbe genommen hat, und auch die Wirkung, die auf dieselbe Weise verübet worden.

Nehmet nun einen Körper an, der mit fünf Graden Geschwindigkeit von dem Horizonte senkrecht in die Höhe steiget, und drücket den Raum, oder die Höhe, die er erreichet, wie gewöhnlich durch den Inhalt

des Triangels ABC (Fig. 22) aus, in welchem die Linie AB die verflossene Zeit, BC aber die Geschwindigkeit, womit er sich zu der Höhe erhebet, ausdrücke. Die gleiche Linien AD, DF, FH u. s. w. sollen die Elemente der ganzen Zeit AB ausdrücken, folglich die kleinen Triangel, daraus die Fläche des großen zusammen gesetzt ist, und die alle so groß sind, wie ADE, die Elemente des ganzen Raumes, oder die Anzahl aller Federn, die der Körper binnen der Zeit AB zudrückt. Demnach drücket unser Körper in dem ersten Zeittheilchen BK, darin er anfängt, in die Höhe zu steigen, die 9 Federn zu, die er in dem Raume $KLBC$ antrifft. Er würde aber, wenn die Zurückhaltung dieser Federn in ihm keine Kraft verzehret hätte, oder wenn dieser Verlust immer anders woher wäre ersetzet worden, annoch die Feder LlC dazu zugedrückt haben, die er itzo nicht zudrücken kann, weil ihm gerade so viel Kraft, als er hiezu haben muß, bei der Zudrückung der andern aufgegangen. Also ist die Feder LlC das Maß derjenigen Kraft, die der Widerstand der zugedrückten 9 Federn in unserm Körper verzehret hat. Nachdem er nun dieses verrichtet hat, so fähret er fort, mit dem Überreste seiner Kraft, der ihm nach dem angezeigten Verluste übergeblieben, weiter in die Höhe zu steigen, und drücket in dem zweiten Zeittheilchen KH die 7 Federn, die in dem Raum $HIKL$ angetroffen werden, zu. Hier ist nun aufs neue klar, daß, wenn unser Körper diese 7 Federn hätte zudrücken können, und ihm doch seine Kraft ganz verblieben wäre, so würde er in eben derselben Minute noch die Feder IiL dazu zugedrücket und überwältigt haben; allein da er dieses nicht gethan hat, so folget, daß er durch die Zudrückung der 7 übrigen



Federn den Grad verloren habe, dessen Ergänzung ihn würde in den Stand gesetzet haben, *IiL* noch dazu zu überwältigen; folglich zeiget diese Feder die Größe des Verlustes an, den der Widerstand der 7 Federn seiner Kraft zugezogen hat. Auf eben diese Weise wird die Feder *GgI* die Einbuße der Kraft durch die Zurückhaltungen der Schwere in dem dritten Zeittheilchen *FH* zu erkennen geben und so weiter. So ist denn also der Verlust, den der frei in die Höhe steigende Körper erleidet, indem er die Hinderniß der Schwere überwindet, wie die Summe der nicht zugedrückten Federn *LlC*, *IiL*, *GgI*, *EeG*, *AaE*, folglich auch die Quantität der Hinderniß selber, die er bezwungen hat, und mithin seine Kraft in dieser Proportion. Und da die nicht zugedrückten Federn das Verhältniß der Zeiten oder Geschwindigkeiten haben, so ist die Kraft des Körpers auch wie diese. W. Z. E.

Es erhellet ferner hieraus, warum Herr von Mairan befugt sei, durch eine Hypothese anzunehmen, der Körper habe Hindernisse überwunden und doch seine Kraft ganz behalten, welches anfänglich dem ersten Grundgesetze der Bewegungen zu widersprechen scheinet. Denn die Hindernisse nehmen ihm freilich einen ihnen gleichen Theil der Kraft; allein es stehet dennoch frei, diesen Abgang immer in Gedanken anderswoher zu ersetzen und den Körper dennoch schadlos zu halten, damit man sehe, wie viel er bei auf diese Weise unverminderter Kraft mehr thun würde, als wenn dasjenige wäre verloren geblieben, was die Hinderniß verzehret hatte. Dieses wird alsdenn das ganze Maß derjenigen Kraft an die Hand geben, die der Widerstand wirklich dem Körper benimmt, weil es zu erkennen giebt, was für einen Grad man hinzuthun müsse, damit der Körper nichts verloren habe.

Ich kann nicht umhin, hier noch eine Anmerkung über diejenige Art zu machen, womit die Frau Marquisin die Lehrsätze ihres Gegners angreifet. Mich dünkt, sie habe keine bessere Methode erwählen können, ihm den allerempfindlichsten Streich beizubringen, als da sie seinen Schlüssen den Zug von etwas

Seltsamem und Ungereimtem zu geben beschäftigt ist. Eine ernsthafte Vorstellung locket den Leser zu der gehörigen Aufmerksamkeit und Untersuchung an und lässet die Seele zu allen Gründen offen, die von einer, oder der andern Seite in sie eindringen können. Aber die wunderliche Figur, unter der sie die Meinungen ihres Gegners auftreten läßt, bemächtigt sich sogleich der schwachen Seite des Lesers und vernichtet in ihm die Lust zu einer näheren Erwägung. Diejenige Kraft der Seele, die die Beurtheilung und das Nachsinnen regieret, ist von einer trägen und ruhigen Natur; sie ist vergnügt, den Punkt ihres Ruhestandes anzutreffen und bleibt gerne bei demjenigen stille stehen, was sie von einem mühsamen Nachdenken losspricht; darum läßt sie sich leicht von solchen Vorstellungen gewinnen, die die eine von zweien Meinungen auf einmal unter die Wahrscheinlichkeit heruntersetzet und die Mühe fernerer Untersuchungen für unnöthig erkläret. Unsere Philosophin hätte also ihr *ridendo dicere verum*, oder den Einfall, ihrem Gegner im Lachen die Wahrheit zu sagen, mit mehrerer Billigkeit und vielleicht auch mit besserem Erfolg gebrauchen können, wenn ihr Gegner ernsthafter Gründe unfähig gewesen wäre, und man ihn seine Auslachenswürdigkeit hätte wollen empfinden lassen. Die Anmerkung, die ich hier mache, würde gegen eine jede andere Person ihres Geschlechtes das Ansehen eines ungesitteten Betragens und einer gewissen Aufführung, die man pedantisch nennet, an sich haben; allein der Vorzug des Verstandes und der Wissenschaft an derjenigen Person, von der ich rede, der sie über alle übrige ihres Geschlechtes und auch über einen großen Theil des andern hinweg setzet, beraubet sie zugleich desjenigen, was das eigentliche Vorrecht des schöneren Theiles der Menschen ist, nämlich der Schmeichelei und der Lobsprüche, die dieselbe zum Grunde haben.

Die Wahl des Herrn von Mairans wird noch dadurch vortrefflich, daß die Federn, die in seiner Methode das Maß der aufgewandten Kraft sein, nicht allein gleich sind, sondern auch in gleichen Zeiten würden sein zugedrücket worden; folglich sowohl die

Leibnizianer vergnügt werden, die auf eine Gleichheit des Raumes dringen, wenn sie gestehen sollen, daß die Kraft gleich sei, als auch die Cartesianer, die dieses in Ansehung der Zeit erfordern.

III. Zusätze zu den §§ 45, 46, 47.

Mich deucht, ich habe nichts Gewisseres und Unwidersprechlicheres sagen können, als daß eine Feder einen Körper unmöglich fortstoßen kann, wenn sie sich nicht mit eben der Gewalt gegen einen Widerhalt steifet und eben so stark anstemmet, als sie auf der andern Seite mit ihrer Spannungskraft den Körper stößt; und folglich, weil in dem Falle des Herrn Bernoulli kein anderer Widerhalt ist, als der Körper *B*, sie eben dieselbe Gewalt der Anstrengung gegen ihn anwenden müsse, als sie gegen *A* anwenden kann; denn die Feder würde den Körper *A* gar nicht fortstoßen, wenn *B* nicht dieselbe in der Spannung erhielte, indem er ihrer Ausstreckung widerstrebet; daher empfängt derselbe, weil er kein unbeweglicher Widerhalt ist, alle Kraft gleichfalls, die die Feder in *A* hineinbringt. Ohngeachtet die ganze Welt auf gleiche Weise denket, so fand doch Herr Johann Bernoulli in dem Gegensatze, ich weiß nicht was vor ein helles Licht, worauf er eine unüberwindliche Zuversicht gründete. Er spricht: *Non capio, quid pertinacissimus adversarius, si vel scepticus esset, huic evidentissimae demonstrationi opponere queat,* und bald darauf: *Certe in nostra potestate non est, aliquem eo adigere, ut fateatur, discere, quando videt solem horizontem ascendere.* Lasset uns diesen Zufall der menschlichen Vernunft in der Person eines so großen Mannes nicht mit Gleichgültigkeit ansehen, sondern daraus lernen, auch in unsere größeste Überzeugung ein weises Mißtrauen zu setzen und allemal zu vermuthen, daß wir auch alsdenn noch nicht außer der Gefahr sein, uns selber zu hintergehen, damit der Verstand in seinem Gleichgewichte wenigstens sich so lange erhalte, bis er Zeit gewonnen hat, die Umstände, den Beweis und das Gegentheil in genugsamer Prüfung kennen zu lernen.

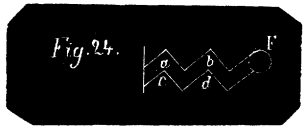
In eben dieser Abhandlung, von der wir reden,

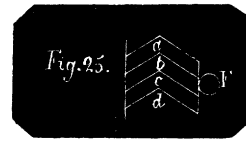
zeiget der Herr Bernoulli, wie man einem Körper eben dieselbe Kraft in kürzerer Zeit durch den Druck einer gleichen Anzahl Federn ertheilen könne. Ich habe darauf, in so weit es unser Geschäfte eigentlich angehet, schon genug geantwortet; allein hier will ich noch eine Beobachtung beifügen, die zwar unser Vorhaben nicht betrifft, allein dennoch ihren besonderen Nutzen haben kann. Er spricht daselbst:

die Kugel F werde durch die 4 Federn a, b, c, d allemal gleiche Kraft erhalten, man mag sie in einer Linie, wie Fig. 23, oder in zwei Theilen neben einander, wie Fig. 24, oder in 4 solchen Zertheilungen, wie die 25te Fig. ausweiset, zusammensetzen.

Erinnerung bei der Art, wie Herr Bernoulli in einen Körper die ganze Kraft von viel Federn zu bringen vermeinet.

Hiebei merke man folgende Cautele. Der Gedanke desselben ist nur bei solchen Umständen wahr, da die hintereinanderhängende Federn, a, b, c, d (Fig. 24) dem Körper noch nicht eine größere Geschwin-





digkeit ertheilen, als diejenige ist, womit eine dieser Federn abgesondert für sich allein aufspringen würde; denn so bald dieses ist, so schlägt es fehl, wenn man nach dem Anschlage des Herrn Bernoulli durch neben einander verknüpfte Federn (Fig. 25) dem Körper eben dieselbe Geschwindigkeit geben will, als

sie ihm nach einander in einer Reihe mittheilen können. Es sei nämlich die Geschwindigkeit, die die Reihe Federn in der 23ten Figur dem Körper, bis sie sich völlig ausgestrecket haben, ertheilet, wie 10, die Geschwindigkeit aber, womit eine derselben, z. E. *a*, vor sich allein, nämlich ohne daß sie einen Körper fortstößt, aufspringet, wie 8, so ist klar, daß in der Methode der 25ten Figur die 4 Federn dem Körper nur 8 Grade Geschwindigkeit werden ertheilen können. Denn so bald der Körper diese Grade empfangen hat, so hat er eben so viel Geschwindigkeit, als die Federn, die ihn fortstoßen sollen, selber haben, wenn sie frei aufspringen, also werden sie alsdenn nichts mehr in ihn hineinbringen können. Indessen ist doch unstrittig, daß, wenn dieser Körper *F* durch den Anlauf diese 4 Federn in der 25ten Figur wieder zudrücken soll, er eben so wohl 10 ganze Grade Kraft hiezu nöthig habe, als in der 23ten oder 24ten. Weil aber eben diese 25te Figur die Abbildung der elastischen Kraft eines jeden Körpers sein kann, so erhellet hieraus, daß es möglich sei, daß ein völlig elastischer Körper gegen einen unbeweglichen Widerhalt mit einer gewissen Geschwindigkeit anlaufen könne, und daß diesem ohngeachtet die Geschwindigkeit, womit er zurück prallet, viel kleiner sein könne, als womit er angestoßen hatte. Wenn man aber doch gerne haben will, daß diese 4 Federn dem Körper, den sie stoßen, ihre ganze Kraft mittheilen sollen, so muß man zu der Masse *F* noch $^2/_{10}$ hinzuthun, denn alsdenn werden die 4 Federn an der Menge der Materie dasjenige ersetzen, was sie mit der Geschwindigkeit nicht einbringen können.

IV. Erläuterung des 105ten §.

Ausführliche Darlegung der Fehler in dem Wolffischen Beweise.

Ich habe mich nicht deutlich genug erkläret, da ich pag. 116 den ungemeinen Fehler in dem Argumente des Herrn Baron Wolffens habe anzeigen wollen. Es scheinet beim ersten Anblicke, als wenn

der Schluß darin noch mathematisch genug heraus komme, nämlich der Regel gemäß: *aequales rationes sibi substitui invicem possunt;* allein er hat in der That mit derselben gar keine Gemeinschaft. Der vorhergehende Fall war dieser: *Tempora, quibus duo mobilia, si sunt aequalia, eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeritates.* Darauf folgt in der zweiten Nummer des Beweises: *Massae corporum inaequalium, quae eosdem effectus patrant, sunt reciproce ut celeritates.* Hieraus folgert Herr Wolff nun (denn so lautet sein Argument, wenn man es gehörig auflöset): weil das Verhältniß der Zeiten und der Massen in beiden Fällen dem Verhältniß der Geschwindigkeiten gleich sein, so werden sie unter einander gleich sein. Dieses kann gebilliget werden, aber daß man nur die Bestimmungen nicht aus der Acht lasse, unter welchen sie einander gleich sind, nämlich: daß die Massen ungleicher Körper, die einerlei Wirkung thun, sich eben so verhalten, als die Zeiten, worin NB gleiche Körper eben dieselbe Wirkung verüben, denn das ist die Einschränkung, die, wie man sehen kann, den Verhältnissen anhänget. Allein der Schluß des Herrn Wolffen ist dieser: also verhalten sich die Massen dieser Körper, wie die Zeiten, darin eben diese ungleiche Körper ihre gleiche Wirkung verüben; welches eine augenscheinliche Verfälschung der gegebenen Proportion ist.

Wenn unser Autor nur auf den Gedanken gekommen wäre, die zwei Sätze, die er aus einander herleiten will, mit einander zu vergleichen, so hätte er sonnenklar sehen müssen, daß sie von einander nicht allein nicht herfließen, sondern sogar sich gerade widersprechen. Nämlich der erste Satz ist dieser: *Actiones, quibus corpora aequalia eosdem effectus patrant, sunt ut celeritates.* Hieraus will er den andern Satz, der das Resultat der zweiten Nummer im Beweise ist, herfolgern, nämlich: *Actiones, quibus corpora inaequalia eosdem effectus patrant, sunt etiam ut ipsorum celeritates; celeritates autem eorum sunt reciproce ut massae.*

Wenn wir nun nach Maßgebung des ersten Satzes zwei gleiche Körper nehmen A und B, so daß B zweimal mehr Geschwindigkeit habe als A, so ist nach

dieser Regel die Action, womit B eben denselben Effect thut als A, zweimal größer als die Action des Körpers A, weil jener nämlich wegen seiner größeren Geschwindigkeit diesen Effect in zweimal kleinerer Zeit verrichtet. Allein nach der zweiten Regel würde ich B zweimal kleiner machen können, und die besagte Action würde doch eben so groß sein wie vorher, wenn gleich die Geschwindigkeit so wie vorher verbliebe. Nun ist es aber augenscheinlich, daß, wenn B zweimal kleiner wird, als es vorher gewesen, und seine Geschwindigkeit dieselbe verbleibt, es unmöglich den gegebenen Effect in eben der Zeit thun kann, als da seine Masse zweimal größer war, sondern es wird mehr Zeit dazu brauchen; mithin weil die Action desto kleiner wird, je größer die Zeit ist, die zu eben demselben Effect angewandt worden, so wird die Action nothwendig alsdenn kleiner sein müssen, als wenn die Masse von B bei eben derselben Geschwindigkeit zweimal größer ist, welches also dem Resultat der zweiten Nummer widerspricht.

Alle diese Widersprüche aber sind in dem vorhabenden Wolffischen Beweise anzutreffen, wenn man ihm gleich den Satz schenket, den er zum Grunde leget: nämlich daß die *Actiones* ungleich sein können, deren *Effectus* doch gleich sein. Dieser Satz, den nie ein Sterblicher sich hat einfallen lassen zu behaupten, ist ein Widerspruch in der besten Form, so genau als man sie nur immer ersinnen kann. Denn das Wort der Action ist ein relatives Wort, welches die Wirkung oder Effect in einem Dinge andeutet, in so weit ein anderes Ding den Grund davon in sich enthält. Es ist also der Effect und die Action eben dasselbe, und die Bedeutung unterscheidet sich nur darin, daß ich es bald zu demjenigen Dinge referire, welches der Grund davon ist, bald außer demselben betrachte. Es würde also eben so viel gesagt sein, als: eine Action könne sich selber ungleich sein. Zudem hat es nur deswegen den Namen der Action, weil von ihr ein Effect abhänget, und wenn in dieser Action ein Theil sein könnte, von dem nicht ein ihm gleicher Effect abhinge, so würde derselbe Theil den Namen der Action auch nicht

haben können. Wenn auch schon die Zeiten ungleich sein, darin eben dieselbe *Effectus* hervorgebracht worden, so bleiben die daran gewandte *Actiones* dennoch gleich, und es folget nur daraus, daß bei gleichen Zeiten die Effecte und auch die ihnen correspondirende *Actiones* ungleich sein werden.

Kurz hievon zu reden: Es leuchtet sogleich in die Augen, daß ganz besondere Ursachen müssen gewesen sein, welche so ausnehmende Fehler in dieser Abhandlung veranlasset haben, die mit der bekannten und hochgepriesenen Scharfsinnigkeit des Verfassers, die aus allem demjenigen hervorleuchtet, was sein Eigenthum ist, gar nicht zusammen stimmen. Es ist nicht schwer zu ermessen, daß das rühmliche Verlangen, die Ehre des Herrn von Leibnitz, welche man damals vor die Ehre von ganz Deutschland hielt, zu retten, diese Bemühung hervorgebracht und die Beweise in einer viel vortheilhafteren Gestalt dargestellet habe, als sie außer diesem Lichte ihrem Urheber würden erschienen sein. Die Sache selber war von so verzweifelter Art, daß sie nicht konnte ohne Irrthümer vertheidigt werden; aber ihr Unterfangen war doch so anlockend, daß sie der Kaltsinnigkeit der Untersuchung nicht Platz liesse. Eben dieses will ich von den Vergehungen der hochberühmten Männer, des Herrn Hermanns, Bernoulli u. s. w., gesagt haben, die ich entweder schon gezeigt habe, oder noch zeigen werde, und dergleichen man außer diesem Vorwurfe bei ihnen fast gar nicht antrifft. Die Ehre des Mannes also, von dem wir reden, bleibt gesichert. Ich habe Freiheit, mit seiner Schutzschrift so umzugehen, als mit einer Sache, die sein Eigenthum nicht ist. Er kann mir unterdessen dasjenige zurufen, was ein älterer Philosoph, obzwar bei einer Gelegenheit, die ihn etwas näher anging, ausrief: Du triffst nur das Gehäuse des Anaxarchus.

Drittes Hauptstück,

welches eine neue Schätzung der lebendigen Kräfte als das wahre Kräftenmaß der Natur darleget.

§ 114.

Woher dasjenige Gesetze, welches in der Mathematik falsch befunden worden, in der Natur statt haben könne.

Wir haben demnach ausführlich dargethan, daß die Schätzung der Kräfte nach dem Quadrat in der Mathematik falsch befunden werde, und daß diese kein anderes Kräftenmaß erlaube, als nur das alte oder Cartesianische. Indessen haben wir doch an unterschiedlichen Stellen des vorigen Hauptstückes dem Leser Hoffnung gemacht, die Quadrat-Schätzung dem ungeachtet doch in die Natur einzuführen, und jetzo ist es Zeit, unser Versprechen zu erfüllen. Dieses Unterfangen wird die meisten von meinen Lesern stutzig machen; denn es scheinet, als wenn daraus folge, daß die Mathematik nicht unbetrüglich sei, und daß es angehe, von ihrem Ausspruche noch zu appelliren. Allein die Sache befindet sich wirklich nicht so. Wenn die Mathematik ihr Gesetze über alle Körper insgemein ausspräche, so würden auch die natürlichen darunter begriffen sein, und es würde vergeblich sein, eine Ausnahme zu hoffen. Allein sie setzet den Begriff von ihrem Körper selber fest vermittelst der *Axiomatum*, von denen sie fordert, daß man sie bei ihrem Körper voraussetzen müsse, welche aber so beschaffen sein, daß sie an demselben gewisse Eigenschaften nicht erlauben und ausschließen, die an dem Körper der Natur doch nothwendig an-

zutreffen sind; folglich ist der Körper der Mathematik ein Ding, welches von dem Körper der Natur ganz unterschieden ist, und es kann daher etwas bei jenem wahr sein, was doch bei diesen nicht zu ziehen ist.

§ 115.

Unterscheid zwischen dem mathematischen und natürlichen Körper und der beiderseits betreffenden Gesetze.

Wir wollen jetzt sehen, was denn dieses vor eine Eigenschaft sei, die in dem Körper der Natur anzutreffen ist, und die die Mathematik an dem ihrigen nicht erlaubet, und welches hernach verursachet, daß jener ein Ding von ganz anderem Geschlechte ist, als dieser. Die Mathematik erlaubet nicht, daß ihr Körper eine Kraft habe, die nicht von demjenigen, der die äußerliche Ursache seiner Bewegung ist, gänzlich hervorgebracht worden. Also läßt sie keine andere Kraft in dem Körper zu, als in so weit sie von draußen in ihm verursacht worden, und man wird sie daher in den Ursachen seiner Bewegung allemal genau und in eben demselben Maße wieder antreffen. Dieses ist ein Grundgesetze der Mechanik, dessen Voraussetzung aber auch keine andere Schätzung, als die Cartesianische statt finden lässet. Mit dem Körper der Natur aber hat es, wie wir es bald erweisen werden, eine ganz andere Beschaffenheit. Derselbe hat ein Vermögen in sich, die Kraft, welche von draußen durch die Ursache seiner Bewegung in ihm erwecket worden, von selber in sich zu vergrößern, so daß in ihr Grade Kraft sein können, die von der äußerlichen Ursache der Bewegung nicht entsprungen sein und auch größer sein, wie dieselbe, die folglich mit demselben Maße nicht können gemessen werden, womit die Cartesianische Kraft gemessen wird, und auch eine andere Schätzung haben. Wir wollen diese Eigenschaft des natürlichen Körpers mit aller Genauheit und Gründlichkeit, die eine so wichtige Sache erfordert, abhandeln.

§ 116.

Die Geschwindigkeit ist kein Begriff von einer Kraft.

Die Geschwindigkeit schliesset, wie wir § 3 gesehen haben, an und vor sich keinen Begriff einer Kraft in sich. Denn sie ist eine Bestimmung der Bewegung, das ist, desjenigen Zustandes des Körpers, da er die Kraft, die er hat, nicht anwendet, sondern mit derselben unthätig ist. Sie ist aber eigentlich die Zahl von derjenigen Kraft, die der Körper hat, wenn er ruhet, d. i. die er mit unendlich kleiner Geschwindigkeit hat; das ist, sie ist die Zahl, darin diejenige Kraft, die dem Körper bei unendlich kleiner Geschwindigkeit beiwohnet, die Einheit ist. Dieses erhellet am klärsten aus der Art der Zergliederung nach Anweisung des vortrefflichen Jurinischen Falles (§ 110), wenn wir nämlich auf die ähnliche Art, wie er die Geschwindigkeit von zwei gleichen Theilen bestehend betrachtet, sie in ihren unendlich kleinen Theilen erwägen.

§ 117.

Es würde keine Kraft sein, wenn keine Bestrebung wäre, den Zustand in sich zu erhalten.

Um genau zu wissen, was den Begriff der Kraft eigentlich bestimme, müssen wir auf nachfolgende Weise verfahren. Die Kraft wird mit Recht durch die Hinderniß geschätzet, welche sie bricht und in dem Körper aufhebet. Hieraus erhellet, daß ein Körper gar keine Kraft haben würde, wenn in ihm nicht eine Bestrebung wäre, den Zustand, den die Hinderniß aufheben soll, in sich zu erhalten; denn wenn dieses nicht wäre, so würde dasjenige, was die Hinderniß zu brechen hätte, wie 0 sein.

Was die Intension sei.

Die Bewegung ist das äußerliche Phänomenon der Kraft, die Bestrebung aber, diese Bewegung zu erhalten, ist die Basis der Activität, und die Geschwindigkeit zeigt an, wie vielmal man dieselbe nehmen müsse, damit man die ganze Kraft habe.

Jene wollen wir hinfüro die Intension nennen; also ist die Kraft dem Product aus der Geschwindigkeit in die Intension gleich.

Erläuterung dieses Begriffes.

Damit man ein Beispiel habe, daran man diese Begriffe desto deutlicher vermerken könne, so nehme man die vierfache Feder *a*, *b*, *c*, *d* (Fig. 23) an. Wenn wir nun setzen, daß die Geschwindigkeit, womit eine jede derselben allein sich anfängt auszurecken, wie 1 ist, so ist die Anfangsgeschwindigkeit, womit die ganze Feder *ad*, die aus 4 dergleichen zusammengesetzet ist, wenn sie sich frei ausstreckte, wie 4, und es scheinet, als wenn daraus folge, daß die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper eindrückt, viermal größer sein werde, als diejenige, die die einfache wirket. Allein die Intension ist in der vierfachen Feder 4mal kleiner als in der einfachen; denn eben dieselbe Kraft, die eine von diesen vier verbundenen Federn gegen einen unbeweglichen Widerhalt in gewisser Maße zudrücken würde, drücket die vierfache viermal mehr zu, weil der Widerhalt der einzelnen Feder, wenn sie auf diese Weise mit 3 anderen verbunden worden, ein beweglicher Widerhalt ist, und folglich der Steifigkeit, oder welches hier einerlei ist, der Intension der vierfachen Feder dasjenige abgehet, was ihre Geschwindigkeit überträgt. Daher geschieht es denn, daß die Anfangsgeschwindigkeit, die die vierfache Feder einem Körper ertheilet, nicht größer ist, als diejenige, die er von einer einfachen haben kann, obgleich jener ihre Anfangsgeschwindigkeit, wenn sie sich frei ausdehnet, diese viermal übertrifft. Und dieses kann dienen, den Begriff der Intension verständlich zu machen und zu zeigen, woher sie bei Schätzung der Kraft nothwendig in Anschlag kommen müsse.

§ 118.

Wenn die Intension wie ein Punkt ist, so ist die Kraft wie eine Linie, nämlich wie die Geschwindigkeit.

Wenn die Kraft eines Körpers von der Art ist, daß sie den Zustand der Bewegung nur auf einen

Augenblick zu erhalten bestrebt ist, die Geschwindigkeit mag sein, wie sie wolle: so ist diese Bestrebung oder Intension bei allen Geschwindigkeiten gleich; folglich ist die ganze Kraft eines solchen Körpers nur in Proportion seiner Geschwindigkeit; denn der eine von den Factoren ist immer gleich, folglich verhält sich das Product, welches die Quantität der Kraft andeutet, wie der zweite Factor.

§ 119.

Wenn die Intension endlich, d. i. wie eine Linie, ist, so ist die Kraft wie das Quadrat.

Bei einer solchen Bewegung würde eine unaufhörliche Ersetzung der in dem Körper alle Augenblicke verschwindenden Kraft von draußen nöthig sein, und die Kraft würde immerfort nur eine Wirkung eines beständigen äußerlichen Antriebes sein, wenn der Körper auf diese Weise eine immerwährende Bewegung leisten sollte. Allein hieraus erhellet auch klärlich, daß, wenn im Gegentheil die Kraft des Körpers von der Art wäre, daß sie eine hinlängliche Bestrebung in sich enthielte, die Bewegung mit der gegebenen Geschwindigkeit einförmig und unaufhörlich von selber ohne eine äußerliche Machthülfe zu erhalten, diese Kraft von ganz anderer Art und auch unendlich viel vollkommener sein müßte.

Denn da jener ihre Intension bei allen Geschwindigkeiten gleich, nämlich unendlich klein, ist und nur durch die Menge der Grade Geschwindigkeit vervielfältiget ist, so muß dieselbe im Gegentheil an dieser allemal in Proportion der Geschwindigkeit sein und auch mit dieser multipliciret werden, wovon das Resultat das wahre Maß der Kraft ist. Denn die endliche Geschwindigkeit, deren Intension unendlich klein ist, giebt eine Kraft an die Hand, wovon diejenige, die eben diese Intension bei unendlich kleiner Geschwindigkeit ausmachet, die Einheit ist. Wenn also ein Körper diese Geschwindigkeit und Kraft in sich selber hinlänglich gründen soll, damit er die vollständige Bestrebung habe, sich immerwährend in sich zu erhalten,

so wird seine Intension dieser Kraft oder Geschwindigkeit proportionirt sein müssen. Und hieraus entspringet alsdann eine ganz neue Gewalt, die das Product ist aus der der Geschwindigkeit proportionirten Kraft in die Intension, die nun auch wie die Geschwindigkeit ist; welches Product also dem Quadrate der Geschwindigkeit gleich ist. Es ist nämlich leicht zu begreifen, daß, da die Kraft, die der Körper mit unendlich kleiner Intension und bei endlicher Geschwindigkeit hatte, wie eine Linie war, die diese Geschwindigkeit vorstellet, und die Intension wie ein Punkt, nunmehro aber die Intension ebenfalls wie eine Linie ist, die hieraus entspringende Kraft wie eine Fläche sei, die aus dem Flusse der ersteren Linie erzeugt worden, und zwar wie das Quadrat, weil benannte Linien einander proportional sein.

Man merke, daß ich hier durchgehends von dem Unterschiede der Massen abstrahire, oder sie gleich gedenke; zweitens daß ich den Raum bei den Bewegungen, davon ich rede, als leer ansehe.

§ 120.

Der Körper, der seine Bewegung frei und immerwährend zu erhalten die innerliche Bestrebung in sich hat, hat eine Kraft, die wie das Quadrat der Geschwindigkeit ist.

Es hat demnach derjenige Körper, der seine Bewegung in sich selber hinlänglich gründet, so daß aus seiner inneren Bestrebung hinlänglich verstanden werden kann, daß er die Bewegung, die er hat, frei, immerwährend und unvermindert ins unendliche selber in sich erhalten werde, eine Kraft, die das Quadrat seiner Geschwindigkeit zum Maße hat, oder, wie wir sie hinfüro nennen wollen, eine lebendige Kraft. Im Gegentheil wenn seine Kraft den Grund nicht in sich hat, sich selber zu erhalten, sondern nur auf der Gegenwart der äußerlichen Ursache beruhet, so ist sie wie die bloße Geschwindigkeit, das ist, es ist eine todte Kraft.

§ 121.

Der Körper erhebet aus seinem inneren Antriebe den Eindruck von draußen unendlich höher und in ein ganz anderes Geschlechte.

Nun wollen wir aber die Kraft eines Körpers erwägen, wie sie beschaffen ist, wenn sie durch die Wirkung einer äußerlichen Ursache in ihm zuerst entstehet. Sie ist alsdenn ohnfehlbar auf der Gegenwart dieser äußerlichen Ursache gegründet und würde in demselben Augenblicke in dem Körper nicht vorhanden sein, wenn jene den Antrieb nicht erweckte. Also ist sie in demselben Augenblicke, darin sie auf der Gegenwart der äußerlichen Ursache beruht, von der Art, daß sie augenblicklich verschwinden müßte, wenn jene nicht gegenwärtig wäre; denn, ob der Körper diese in ihm erweckte Kraft nach diesem Augenblicke hernach in sich selber gründen könne, und was alsdenn hieraus fließen würde, davon reden wir vor itzo nicht. In demselben Augenblicke ist die Intension der Kraft also unendlich klein und folglich die Kraft selber, die sich nur auf den äußerlichen Antrieb gründet, wie die bloße Geschwindigkeit, d. i. todt. Wenn hernach aber eben derselbe Körper diese ihm ertheilte Geschwindigkeit also in seiner inneren Kraft gründet, daß aus seiner Bestrebung eine immerwährend freie Erhaltung der Bewegung herfolget, so ist sie alsdenn keine todte Kraft mehr, sondern eine lebendige, die das Quadrat zum Maße hat und gegen jene wie eine Fläche gegen eine Linie zu rechnen ist. Hieraus ist klar, daß ein Körper auf diese Weise, wenn er seine ihm eingedrückte Geschwindigkeit von selber frei fortsetzet, diejenige Kraft, die er von der äußerlichen mechanischen Ursache empfangen hat, von selber in sich unendlich vergrößere und zu einem ganz anderen Geschlechte erhebe, daß folglich die Anmerkung, die wir § 115 gegeben haben, hier erwiesen sei, und daß die lebendigen Kräfte gänzlich aus der Gerichtsbarkeit der Mathematik ausgeschlossen werden.

Der Körper kann keine lebendige Kraft von draußen erlangen.

Ferner ersiehet man hieraus, daß die lebendige Kraft nicht könne durch eine äußerliche Ursache, sie sei auch so groß, wie sie wolle, in einem Körper hervor gebracht werden; denn in so fern eine Kraft von einer Ursache von draußen abhänget, so ist sie allemal nur wie die schlechte Geschwindigkeit, wie wir erwiesen haben; sondern sie muß aus der innern Quelle der Naturkraft des Körpers die zum Quadratmaße gehörige Bestimmungen überkommen.

§ 122.

Es sind unendlich viel Zwischengrade zwischen der todten und lebendigen Kraft.

Wir haben erwiesen, daß, wenn ein Körper die Ursache seiner Bewegung in sich selber hinlänglich und vollständig gegründet hat, so daß aus der Beschaffenheit seiner Kraft verstanden werden kann, daß sie sich in ihm unverändert und frei auf immer erhalten werde, er eine lebendige Kraft habe, wenn er aber seine Kraft in sich gar nicht gründet, sondern damit von draußen abhängt, nur eine todte Kraft habe, die unendlich kleiner ist, als jene. Dieses giebt sogleich die Folge an die Hand, daß, wenn eben derselbe Körper seine Kraft zwar etwas, aber noch nicht vollständig in sich gegründet hat, seine Kraft der lebendigen etwas näher komme und sich von der todten etwas unterscheide, und daß nothwendig zwischen diesen beiden äußersten Grenzen, der gänzlich todten und gänzlich lebendigen Kraft, noch unendlich viel Zwischengrade seien, die von jener zu dieser überführen.

Die lebendige Kraft entspringet nur in einer endlichen Zeit nach dem Anfange der Bewegung.

Ferner fließet hieraus kraft des Gesetzes der Continuität, daß eben derselbe Körper, der im Anfangsaugenblicke eine todte Kraft hat und hernach eine lebendige überkommt, die gegen die erstere wie

eine Fläche gegen die erzeugende Linie ist, diese Kraft erst in einer endlichen Zeit erlange. Denn wenn man setzen wollte, er überkomme diese letztere Kraft nicht in einer endlichen Zeit von dem Anfangs-Augenblicke, sondern unmittelbar in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben, so würde dieses so viel sagen, daß er in dem Anfangsaugenblicke selber diese lebendige Kraft schon habe. Denn das Gesetz der Continuität und selbst die Mathematik beweiset, daß es einerlei sei, ob ich sage, der Körper befinde sich im Anfangs-Augenblicke seiner Bewegung, oder in dem unendlich kleinen Zeittheilchen nach demselben. Nun ist aber die Kraft in dem Anfangspunkte der Bewegung selber todt, also kann man, ohne einen Widerspruch zu begehen, nicht sagen, daß sie hernach lebendig sei, als wenn man zugleich festsetzet, daß diese lebendige Kraft in ihr allererst nach einer endlichen Zeit nach der Wirkung der äußerlichen Ursache in ihr angetroffen werde.

Erläuterung desselben.

Die Naturkraft des Körpers setzet nämlich den von draußen empfangenen Eindruck in sich selber fort, und indem sie durch eine fortgesetzte Bestrebung die Intension, die vorher wie ein Punkt war, in sich häufet, bis sie wie eine Linie wird, die der von draußen in sie erregten Kraft, die sich wie die Geschwindigkeit verhielte, proportional ist, so häufet sie hiedurch die von draußen erlangte Kraft selber, welche vorher auch nur wie eine Linie war, daß sie jetzo wie eine Fläche ist, in der die eine Seite die äußerlich ertheilte Geschwindigkeit und Kraft vorstellet, die andere aber die aus dem Inneren des Körpers von selber erwachsene Intension vorbildet, die jener proportional ist.

§ 123.

Was die Vivification ist.

Denjenigen Zustand, da die Kraft des Körpers zwar noch nicht lebendig ist, aber doch dazu fort-

schreitet, nenn ich die Lebendigwerdung oder Vivification derselben.

Wie die Intension während der Lebendigwerdung der Kraft beschaffen sei.

In der Zwischenzeit also, darin die Kraft sich zur lebendigen erhebet, welche zwischen den beiden Punkten, dem Anfangspunkte und demjenigen, da die Kraft schon völlig lebendig ist, begriffen wird, hat der Körper noch nicht seine Kraft und Geschwindigkeit in sich selber hinlänglich gegründet. Hier wird es vielleicht meinem Leser einfallen zu fragen, wie denn der Körper in dieser Zwischenzeit im Stande sei, seine ihm ertheilte Geschwindigkeit frei und einförmig zu erhalten und fortzusetzen, da er doch alsdenn seine Kraft und Bewegung in sich selber noch nicht hinlänglich gegründet hat und folglich sie auch nicht selber erhalten kann. Hierauf antworte ich: die Kraft ist in dieser Zwischenzeit zwar freilich nicht so beschaffen, daß sich aus ihr eine immerwährend freie und unverminderte Bewegung verstehen ließe, wenn sie nicht durch die innere Bestrebung noch weiter erhoben würde. Allein ob die Bestrebung der Kraft, sich zu erhalten, in dieser Art unvollständig ist, davon ist hie nicht die Rede. Es frägt sich nur, ob die Intension der Kraft, die noch nicht so weit erwachsen ist, daß sie die Bewegung unvermindert und unaufhörlich erhalten könne, doch wenigstens sie diejenige Zeit hindurch erhalten könne, die bis zur vollendeten Vivification nöthig ist. Daß dieses aber nicht allein möglich sei, sondern sich auch in der That so verhalte, erhellet hieraus, weil in dieser ganzen Zwischenzeit jeden Augenblick ein neues Element der Intension in dem Körper entspringet, welches die gegebene Geschwindigkeit ein unendlich kleines Zeittheilchen erhält, folglich alle die Elemente dieser Intension, die die ganze Zwischenzeit hindurch in dem Körper entspringen, in allen Augenblicken derselben, das ist in der ganzen Zeit, dieselbe Geschwindigkeit erhalten, wie dieses aus der Zusammenhaltung mit dem 18ten § klar einleuchtet.

Wenn die Vivification aufhören sollte, ehe sie vollständig geworden, was würde alsdenn mit der Bewegung geschehen?

Wenn wir aber annehmen, daß in der Zwischenzeit der Vivification, ehe diese noch vollständig geworden, der Körper auf einmal ablasse, die Elemente der Intension ferner zu häufen, und die Kraft völlig lebendig zu machen, was wird alsdenn wohl geschehen? Es ist offenbar, daß alsdenn der Körper nur diejenige Grade der Geschwindigkeit in sich gründen und in freier Bewegung fortan beständig erhalten werde, welcher diejenige Intension, die er in dieser Zeit der Vivification schon gewonnen hat, proportional ist, die übrigen Grade Geschwindigkeit aber, die eine größere Intension, als wirklich vorhanden ist, erfordern, um zu der völligen Vivification zu gelangen, plötzlich verschwinden und aufhören müssen. Denn die vorhandene Intension ist nur im Stande, einen Theil dieser Geschwindigkeit in sich zu gründen, und es entspringen auch nicht weiter in jedem Augenblicke neue Elemente der Intension, die alle Augenblicke die gegebene Geschwindigkeit erhalten, also muß der übrige Theil von selber verschwinden.

Und wie wäre es alsdenn mit der Kraft beschaffen?

Wenn also ein frei bewegter Körper einen Widerstand trifft, an dem er seine Kraft anwendet, bevor er zur völligen Vivification mit seiner ganzen Geschwindigkeit gelanget ist, so ist diejenige Kraft, die er ausübet, wie das Quadrat desjenigen Grades Geschwindigkeit, dem seine erlangte Intension proportional und gemäß ist, und welche also in der gegebenen Zeit hat lebendig werden können, oder auch das Quadrat dieser seiner erlangten Intension; mit den übrigen Graden ist der Körper unthätig, oder wirket doch nur nach dem Maße der schlechten Geschwindigkeit, welches aber gegen die andere Kraft wie nichts zu achten ist.

§ 124.

Neue Schätzung der Kräfte.

Es hat demnach ein Körper, der seine Geschwindigkeit in freier Bewegung ins unendliche unvermindert erhält, eine lebendige Kraft, d. i. eine solche, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maße hat.

Bedingungen derselben.

Allein dieses sind auch die Bedingungen, die diesem Gesetze anhängen.

1. Muß der Körper den Grund in sich enthalten, in einem nicht widerstehenden Raume seine Bewegung gleichförmig, frei und immerwährend zu erhalten.

2. Siehet man aus dem vorher Erwiesenen, daß er diese Kraft nicht von der äußerlichen Ursache herhabe, die ihn in Bewegung gesetzet, sondern daß sie nach der äußerlichen Anreizung aus der inneren Naturkraft des Körpers selber entspringe.

3. Daß diese Kraft in ihm in einer endlichen Zeit erzeuget werde.

§ 125.

Dieses Gesetz ist der Hauptgrund der neuen Kräftenschätzung, von welcher ich sagen würde, daß ich sie an die Stelle der Schätzungen des Cartes und Leibnizens setze und zum Fundament der wahren Dynamik mache, wenn die Geringschätzigkeit meiner Urtheile in Vergleichung mit so großen Männern, mit denen ich zu thun habe, mir erlaubte mit solcher Autorität zu reden. Indessen bin ich nicht ungeneigt, mich zu überreden, daß dieses Gesetze vielleicht dasjenige Ziel bestimmen könne, dessen Verfehlung den Zwiespalt und die Uneinigkeit unter den Philosophen aller Nationen erregt hat. Die lebendigen Kräfte werden in die Natur aufgenommen, nachdem sie aus der Mathematik verwiesen worden. Man wird keinen von beiden großen Weltweisen, weder Leibnizen noch Cartesen, durchaus des Irrthums schuldig geben können. Auch sogar in der Natur wird Leibnizens

Gesetze nicht anders stattfinden, als nachdem es durch Cartesens Schätzung gemäßigt worden. Es heißt gewissermaßen die Ehre der menschlichen Vernunft vertheidigen, wenn man sie in den verschiedenen Personen scharfsinniger Männer mit sich selber vereiniget und die Wahrheit, welche dieser ihre Gründlichkeit niemals gänzlich verfehlet, auch alsdenn herausfindet, wenn sie sich gerade widersprechen.

§ 126.

Weil es freie Bewegungen giebt, so giebt es auch lebendige Kräfte.

Es kommt nur darauf an, daß es in der Welt freie Bewegungen gebe, die sich immerwährend und unvermindert erhalten würden, wenn kein äußerlicher Widerstand wäre; so ist die Sache ausgemacht, und es giebt gewiß in der Natur lebendige Kräfte. Die freie und immerwährende Bewegung der Planeten, wie auch die unzählbare andere Erfahrungen, welche es ausweisen, daß die freibewegte Körper nur nach Maßgebung des Widerstandes ihre Bewegung verlieren und ohne dieselbe sie immer erhalten würden, leisten diese Gewährung und behaupten das Dasein der lebendigen Kräfte in der Natur.

Die Mathematik erlaubt keine freie Bewegungen.

Indessen ist hieraus auch klar, daß die Mathematik nach der Schärfe zu urtheilen an ihrem Körper keine freie Bewegung erlaube. Denn sie erlaubt dasjenige nicht, welches nothwendig ist, die Bewegung frei und immerwährend zu machen, nämlich daß der Körper aus seinem Innern eine Bestrebung und Kraft in sich erzeuge, die weder von der äußerlichen Ursache entstanden ist, noch von ihr herkommen kann. Denn sie erkennet keine andere Kraft in einem Körper, als diejenige, die von demjenigen Körper hervorgebracht worden, der die Ursache seiner Bewegung ist.

§ 127.

Leichtere Methode, diese Betrachtungen zu nutzen.

Obgleich die bisherige Betrachtungen und Beweise von der Art sein, daß sie, so viel als nur die Natur der Sache zuläßt, den mathematischen Begriffen und ihrer Klarheit gleich kommen, so will ich doch denen zu Gefallen, denen alles verdächtig ist, was nur den Schein einer Metaphysik an sich hat, und die durchaus eine Erfahrung fordern, sie zum Grunde der Folgerungen zu legen, eine Methode anzeigen, nach welcher sie diese Betrachtungen mit ihrer besseren Befriedigung gebrauchen können. Ich werde nämlich gegen das Ende dieses Hauptstückes aus einer Erfahrung in mathematischer Schärfe darthun, daß in der Natur wirklich Kräfte, die das Quadrat der Geschwindigkeit haben, zu finden sein.

Hierauf können diese Herren aus dem Resultat aller Beweise des zweiten Hauptstückes sich überführen, daß eine dergleichen Kraft nicht könne eine Wirkung der äußerlichen mechanischen Ursache sein, weil, wenn man die Kraft nur als eine Wirkung derjenigen Ursache zuläßt, die die Bewegung zuwege gebracht hat, keine andere Schätzung statt haben könnte, als die nach der bloßen Geschwindigkeit. Dieses wird sie hernach auf die Art und Weise leiten, wie diese Kraft aus der inneren Naturkraft des Körpers entspringen könne, und sie allmählig in diejenige Betrachtungen hineinführen, die ich über das Wesen der lebendigen Kräfte angestellet habe.

§ 128.

Herr Bernoulli hat schon diese Begriffe gehabt.

Ich habe gesagt, daß die freie und aus dem Innern des Körpers fortgesetzte Dauer der Kraft das wahrhafte Merkmaal sei, woraus man einzig und allein abnehmen könne, daß dieselbe lebendig sei und das Quadrat zum Maße habe. Ich bin ungemein erfreut, diesen Gedanken auf das genaueste in derjenigen Ab-

handlung des Herrn Bernoulli anzutreffen, welche wir oben angeführet haben. Er hat seine Meinung als ein bloßer Geometrer zwar nicht in der rechten Sprache der Metaphysik, aber dennoch vollkommen deutlich ausgedrücket. *Vis viva,* spricht er, *est aliquid reale et substantiale, quod per se subsistit, et quantum in se est, non dependet ab alio; - - - Vis mortua non est aliquid absolutum et per se durans etc. etc.*

Diese Anführung gereichet meiner Betrachtung zu nicht geringem Vortheil. Der Mathematikkundige siehet sonst die Schlüsse, von denen er glaubt, daß sie aus spitzfündigen metaphysischen Unterscheidungen herfließen, mit einem gewissen Mißtrauen an, welches ihn nöthigt seinen Beifall aufzuschieben, und ich müßte besorgen, daß er es auch in Ansehung der meinigen thun möchte; allein hier liegt die Sache so am Tage, daß sie sich dem strengsten Geometrer in seiner mathematischen Erwägung von selber darstellet.

Aber er hat sie nicht in den tüchtigen Gründen aufgesucht.

Ich erstaune, daß, da Herr Bernoulli in dem Begriffe von der lebendigen Kraft diese Erleuchtung hatte, es ihm möglich gewesen ist, sich in der Art und Weise so sehr zu verirren, dadurch er diese Kraft beweisen wollte. Er hätte leichtlich abnehmen können, daß er sie in denen Fällen nicht finden würde, die in Ansehung dieses *realis et substantialis, quod per se subsistit et est absolutum aliquid,* unbestimmt sind, oder in denen diejenige Bestimmungen, welche hierauf führen sollen, nicht anzutreffen sind; denn dasselbe ist ja, wie er es selber einsahe, das Geschlechts-Merkmal der lebendigen Kraft, und dasjenige, was in Ansehung dieses Charakters unbestimmt ist, kann auch nicht auf die lebendige Kraft führen. Indessen meinte er sie in dem Falle der zwischen zwei ungleiche Körper sich ausstreckenden Feder anzutreffen, darin nicht allein nichts zu finden ist, was vielmehr auf die durch obiges Unterscheidungszeichen bemerkte lebendige Kraft, als auf die so genannte todte führen sollte, sondern sogar alle Kraft, die in der Einrichtung seines

Beweises vorkommt, etwas ist, *quod non est aliquid absolutum, sed dependet ab alio.*

Wir werden hiedurch nochmals überführet, wie gefährlich es sei, sich dem bloßen Ausgange des Beifalles in einem zusammengesetzten und scheinbaren Beweise zu überlassen, ohne den Leitfaden der Methode, die wir § 88, 89, 90 angepriesen und mit großem Nutzen gebraucht haben, d. i. wie unumgänglich nothwendig es sei, die der Sache, welche das Subject des Beweises ist, nothwendig anhängende Begriffe zum voraus zu erwägen und hernach zu untersuchen, ob die Bedingungen des Beweises auch die gehörige Bestimmungen in sich schließen, die auf die Festsetzung dieser Begriffe abzielen.

§ 129.

Die lebendige Kräfte sind von zufälliger Natur.

Wir haben erwiesen, daß das Dasein der lebendigen Kräfte in der Natur sich auf der Voraussetzung allein gründe, daß es darin freie Bewegungen giebt. Nun kann man aber aus den wesentlichen und geometrischen Eigenschaften eines Körpers kein Argument ausfindig machen, welches ein solches Vermögen zu erkennen geben sollte, als zu Leistung einer freien und unveränderten Bewegung erfordert wird, nach demjenigen, was wir in Ansehung dessen in dem vorhergehenden ausgemacht haben.

Dieses haben auch die Leibnizianer erkannt.

Also folget, daß die lebendigen Kräfte nicht als eine nothwendige Eigenschaft erkannt werden, sondern etwas Hypothetisches und Zufälliges sind. Herr von Leibniz erkannte dieses selber, wie er es insonderheit in der Theodicee bekennet, und Herr Daniel [Nikolaus] Bernoulli bestätiget es durch die Manier, die man, wie er meint, brauchen muß, die lebendigen Kräfte erweislich zu machen: nämlich daß man die Grundäquation voraussetzen müsse, $dv = pdt$, in welcher dv das Element der Geschwindigkeit [lebendigen Kraft], p den Druck, der die Geschwindigkeit erzeuget, und dt das Element der Zeit, darin der Druck die unendlich

kleine Geschwindigkeit hervorgebracht hat, anzeiget. Er saget, dieses sei etwas Hypothetisches, welches man annehmen müsse.

Und dennoch suchen sie sie in geometrisch nothwendigen Wahrheiten.

Die anderen Verfechter der lebendigen Kräfte, die sich einen Gewissens-Scrupel daraus machten, anders zu urtheilen, als Herr von Leibnitz, haben aus demselben Tone gesungen. Und dennoch haben sie die lebendigen Kräfte in denen Fällen gesuchet, die durchaus geometrisch nothwendig sein, und auch darin zu finden vermeinet; welches gewiß äußerst zu verwundern ist.

Sonderbarer Fehltritt des Herrn Hermanns in dieser Materie.

Herr Hermann versuchte es auf die gleiche Art, ohne daß er sich durch die Zufälligkeit der lebendigen Kräfte irre machen ließ. Allein die vorgefaßte gute Meinung von Leibnizens Gedanken und der Vorsatz, durchaus zum Zwecke zu kommen, leitete ihn in einen Fehlschluß, der gewiß anmerkungswürdig ist. Mich dünkt, es sollte nicht leichtlich jemand gefunden werden, dem es einfallen sollte, also zu schließen: Die zwei Größen a und b soll man zusammen nehmen und in ihrer Verbindung betrachten, ergo muß man sie zusammen multipliciren; und dennoch geschahe dieses recht nach dem Buchstaben von Herrn Hermann, der ein so großer Meister im Schließen war. „Weil der Körper," sagt er, „der im Fallen ein neues Element der Kraft empfängt, doch schon eine Geschwindigkeit hat, so muß man diese doch auch mit in Betrachtung ziehen. Man wird also die Geschwindigkeit u, die er schon hat, seine Masse M und das Element der Geschwindigkeit oder, welches einerlei ist, das Product aus der Schwere g in die Zeit, d. i. gdt, zusammen setzen. Ergo ist dV oder das Element der lebendigen Kraft gleich $gMudt$, d. i. dem Product aus denen hier bezeichneten Größen."

§ 130.

Die Erfahrung bestätiget die successive Lebendigwerdung.

Unser Lehrgebäude führet mit sich, daß ein frei und gleichförmig bewegter Körper in dem Anfange seiner Bewegung noch nicht seine größeste Kraft habe, sondern daß dieselbe größer sei, wenn er sich eine Zeit lang schon beweget hat. Mich dünkt, es sind jedermann gewisse Erfahrungen bekannt, die dieses bestätigen. Ich habe selber befunden, daß bei vollkommen gleicher Ladung einer Flinte und bei genauer Übereinstimmung der andern Umstände ihre Kugel viel tiefer in ein Holz drang, wenn ich dieselbe einige Schritte vom Ziele abbrannte, als wenn ich sie nur einige Zolle davon in ein Holz schoß. Diejenige, die bessere Gelegenheit haben als ich, Versuche anzustellen, können hierüber genauere und besser abgemessene Proben machen. Indessen lehret doch also die Erfahrung, daß die Intension eines Körpers, der sich gleichförmig und frei bewegt, in ihm wachse und nur nach einer gewissen Zeit ihre rechte Größe habe denen Sätzen gemäß, die wir hievon erwiesen haben.

§ 131.

Nunmehro, nachdem wir das Fundament einer neuen Kräftenschätzung gelegt haben, sollten wir uns bemühen, diejenige Gesetze anzuzeigen, die mit derselben insonderheit verbunden sein, und die gleichsam das Gerüste zu einer neuen Dynamik ausmachen. Ich bin in dem Besitze, einige Gesetze darzulegen, nach denen die Vivification oder Lebendigwerdung der Kraft geschiehet, allein da diese Abhandlung den ersten Plan dieser so neuen und unvermutheten Eigenschaften der Kräfte zu entwerfen bemühet ist, so muß ich mit Recht besorgen, daß meine Leser, die vornehmlich begierig sind, von dem Hauptwesen gewiß gemacht zu werden, sich mit Verdruß in einer tiefen Untersuchung einer Nebensache verwickelt sehen möchten, zumal da es Zeit genug

ist, sich darin einzulassen, wenn das Hauptwerk erstlich genugsam gesichert und durch Erfahrungen bewähret ist.

Diesem zu Folge werde ich nur die allgemeinsten und beobachtungswürdigsten Gesetze, die mit unserer Kräftenschätzung verknüpfet sind, und ohne die ihre Natur nicht wohl kann begriffen werden, mit möglichster Deutlichkeit zu eröffnen bemühet sein.

§ 132.

Folgende Anmerkung legt ein ganz unbekanntes dynamisches Gesetze dar und ist in der Kräftenschätzung von nicht gemeiner Erheblichkeit.

Es gilt nicht bei allen Geschwindigkeiten überhaupt die Lebendigwerdung der Kraft.

Wir haben gelernet, daß ein Körper, der im Ruhestande wirket, nur einen todten Druck ausübe, der von dem Geschlechte der lebendigen Kräfte ganz unterschieden ist und auch nur die schlechte Geschwindigkeit zum Maß hat; womit auch sowohl der ganze Anhang der Cartesianer, als Leibnizens Schüler übereinstimmen. Ein Körper aber, dessen Geschwindigkeit unendlich klein ist, beweget sich eigentlich gar nicht und hat also eine im Ruhestande bestehende Kraft; also hat sie das Maß der Geschwindigkeit schlechthin.

Wenn wir also die zum Geschlechte der lebendigen Kräfte gehörige Bewegungen bestimmen wollen, so müssen wir sie nicht über alle Bewegungen ausdehnen, deren Geschwindigkeit so groß oder klein sein kann, als man will, d. i. ohne daß ihre Geschwindigkeit dabei bestimmt ist. Denn alsdenn würde bei allen ins unendliche kleinern Graden Geschwindigkeit dasselbe Gesetze wahr sein, und die Körper würden auch bei unendlich kleiner Geschwindigkeit eine lebendige Kraft haben können, welches kurz vorher falsch befunden worden.

Die Geschwindigkeit muß hiebei bestimmt sein.

Demnach gilt das Gesetze der Quadratschätzung nicht über alle Bewegungen ohne Betrachtung ihrer

Geschwindigkeit, sondern diese kommt dabei mit in Anschlag. Daher wird bei einigen Graden Geschwindigkeit die mit denselben verbundene Kraft nicht lebendig werden können, und es wird eine gewisse Größe der Geschwindigkeit sein, mit welcher die Kraft allererst die Vivification erlangen kann, und unter welcher in allen kleinern Graden bis zur unendlich kleinen dieses nicht angehet.

Folglich ist auch nicht ohne Unterscheid mit allen Geschwindigkeiten eine freie Bewegung möglich.

Weil ferner die völlige Lebendigwerdung der Kraft die Ursache der freien und immerwährenden Erhaltung der Bewegung ist, so folget, daß diese auch nicht bei allen Geschwindigkeiten ohne Einschränkung möglich sei, sondern daß dieselbe hier gleichfalls bestimmt sein muß, d. i. es müsse die Geschwindigkeit eine gewisse bestimmte Größe haben, wenn der Körper mit derselben eine immerwährende, unveränderte und freie Bewegung leisten soll; unter diesem bestimmten Grade würde bei allen kleinern Graden dieses nicht möglich sein, bis bei unendlich kleinem Grade Geschwindigkeit diese Eigenschaft ganz verschwindet, und die Dauer der Bewegung nur etwas Augenblickliches ist.

Also wird die Regel der freien und unverminderten Fortsetzung der Bewegung nicht überhaupt, sondern nur von einem gewissen Grade Geschwindigkeit an gelten, unter demselben werden alle kleinere Grade der Bewegungen sich von selber aufzehren und verschwinden, bis bei unendlich kleinem Grade die Bewegung nur einen Augenblick dauert und einer immerwährenden Ersetzung von draußen nöthig hat. Daher gilt Newtons Regel in seiner unbestimmten Bedeutung nicht von den Körpern der Natur: *Corpus quodvis pergit in statu suo, vel quiescendi, vel movendi, uniformiter in directum, nisi a causa externa statum mutare cogatur.*

§ 133.

Die Erfahrung bestätiget dieses.

Die Erfahrung bestätiget diese Anmerkung; denn wenn die unendlich kleine Geschwindigkeit lebendig

werden könnte, so müßte sie wegen der Proportion gegen die Lebendigwerdung der endlichen Kräfte in unendlich kleiner Zeit lebendig werden (§ 122), also würden zweene Körper, wenn sie nur allein den Druck der Schwere ausübeten, zwar nur ihren Geschwindigkeiten proportionale Kräfte haben, aber so bald sie nur von ganz unmerklich kleinen Höhen herabgelassen würden, so müßte ihre Kraft sogleich wie das Quadrat derselben sein; welches dem Gesetze der Continuität und der Erfahrung entgegen ist; denn wie wir schon erwähnet haben, so hat ein Körper, der ein Glas durch sein Gewicht nicht zerbricht, auch nicht die Kraft, es zu zerbrechen, wenn man es eine ungemein kleine Entfernung davon auf dasselbe fallen läßt, und 2 Körper, die einander gleich wiegen, werden sich auch das Gleichgewicht halten, wenn man sie gleich beide ein wenig auf die Wagschalen fallen läßt, da doch, wofern jenes statt hätte, alsdenn hier ein ungemeiner Ausschlag erfolgen müßte.

Anwendung auf die Bewegung in *medio resistente*.

Diese Regel muß also in Bestimmung der Regeln von dem Widerstande des Mittelraumes, darin Körper sich frei bewegen, hinfüro mit in Anschlag kommen. Denn wenn die Geschwindigkeit schon sehr klein zu werden anfängt, so thut der Mittelraum nicht mehr so viel zur Verringerung der Bewegung, als vorher, sondern dieselbe verliert sich zum Theil von selber.

§ 134.

Ob die Lebendigwerdung und freie Bewegung in allen größern Graden der Geschwindigkeit ins unendliche möglich sei.

Wir sind in dem Mittelpunkte der artigsten Aufgaben, welche die abstracte Mechanik vorher niemals hat gewähren können.

Wir haben die Frage aufgeworfen, ob die Körper auch bei allen Geschwindigkeiten, sie mögen so klein sein, wie sie wollen, zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen und ihre Bewegungen unverändert

frei fortsetzen können. Jetzt wollen wir untersuchen, ob sie auch dieselbe in allen höhern Graden der Geschwindigkeiten ins unendliche zu leisten vermögend seien, das ist, ob die Körper die ihnen ertheilte Bewegung frei fortsetzen und unvermindert erhalten, folglich zur völligen Lebendigwerdung der Kraft gelangen können, die Geschwindigkeit, die ihnen ertheilt worden, mag so groß sein, wie sie wolle.

Weil die Lebendigwerdung und die darauf sich gründende unvermindert freie Fortsetzung der Bewegung ein Erfolg der innern Naturkraft des Körpers ist, folglich allemal voraussetzet, daß diese vermögend sei, jene in sich hervorzubringen und zu dem erforderlichen Grade der Intension von selber zu gelangen, so kommt es bei der Leistung aller ins unendliche höhern Grade der lebendigen Kraft einzig und allein auf die Größe und das Vermögen dieser Naturkraft an. Nun ist aber keine Größe der Natur wirklich unendlich, wie dieses die Metaphysik auf eine unbetrügliche Art darthut, also muß die besagte Naturkraft eines jeden Körpers eine bestimmte endliche Quantität haben. Daher ist ihr Vermögen zu wirken auch in ein endliches Maß eingeschränkt, und es folget, daß sie ihre Fähigkeit, lebendige Kräfte bei immer größern Graden Geschwindigkeit aus sich hervorzubringen, nur bis auf ein gewisses endliches Ziel erstrecken werde, das ist, daß der Körper nicht ins Unendliche bei allen Graden Geschwindigkeit die Kraft mit derselben in sich lebendig machen und folglich derselben unendliche und unverminderte Fortdauer in freier Bewegung leisten könne, sondern daß dieses Vermögen des Körpers allemal nur bis auf eine gewisse Größe der Geschwindigkeit gelte, so daß in allen höhern Graden über dieselbe das Vermögen des Körpers weiter nicht zureicht, die derselben gemäße Vivification zu vollführen und eine so große Kraft aus sich hervorzubringen.

§ 135.

Was in Ansehung der freien Bewegung hieraus erfolge.

Hieraus fliesset, daß, wenn dieser Grad bestimmt ist, der Körper, wenn ihn eine äußerliche Ursache

mit größerer Geschwindigkeit antreibt, zwar derselben nachgeben und so lange, als der Antrieb von draußen dauert, diese Geschwindigkeit der Bewegung annehmen werde, allein, so bald jene abläßt, auch sofort denjenigen Grad von selber verlieren müsse, der über die bestimmte Maße ist, und nur denjenigen übrig behalten und frei und unvermindert fortsetzen werde, welchen der Körper nach dem Maße seiner Naturkraft in sich lebendig zu machen vermögend ist.

Der Körper Fähigkeit in Ansehung dessen ist verschieden.

Ferner ergiebt sich hieraus, daß es möglich und auch wahrscheinlich sei, daß unter der großen Mannigfaltigkeit der Körper der Natur diese ihre Naturkraft in verschiedenen Körpern von verschiedener Größe sein werde, folglich daß einer von denselben eine gewisse Geschwindigkeit frei fortzusetzen vermögend sei, wozu doch des andern Naturkraft nicht zulanget.

Summa.

Es sind also zwei Grenzen, darin die Größe derjenigen Geschwindigkeit eingeschlossen ist, bei welcher die Lebendigwerdung der Kraft eines gewissen Körpers bestehen kann, die eine, unter welcher, die andere, über welcher die Lebendigwerdung und freie Bewegung nicht mehr kann erhalten werden.

§ 136.

Die lebendige Kraft kann zum Theil ohne Wirkung verschwinden.

Wir haben § 121 gelernet, daß die Kraft eines Körpers, wenn sie lebendig geworden ist, viel größer sei, als diejenige mechanische Ursache war, die ihm die ganze Bewegung gegeben hatte; und daß daher ein Körper mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft habe, obgleich die äußerliche Ursachen seiner Bewegung nach Anweisung der Jurinischen Methode (§ 110) in ihn nur mit 2 Graden Kraft gewirket hat.

Jetzt wollen wir erklären, wie eine Hinderniß, deren Gewalt viel kleiner ist, als die Kraft, die der Körper hat, ihm dennoch seine ganze Bewegung nehmen könne, und daß folglich, so wie die lebendige Kraft im ersteren Falle zum Theil von selber entstehet, also auch im zweiten sich von selber in der Überwältigung einer Hinderniß, die viel geringer ist, als sie, verzehren könne.

Beweis.

Dieses zu beweisen, dürfen wir nur den Jurinischen Fall (§ 110) umkehren. Es bewege sich nämlich der Kahn *AB* von *C* gegen *B* mit der Geschwindigkeit wie 1. Ferner wollen wir setzen, die Kugel *E* bewege sich in derselben Richtung, nämlich *CB*, aber in freier Bewegung und mit lebendiger Kraft, mit einer Geschwindigkeit wie 2, folglich wird diese Kugel die Hinderniß *R*, die hier durch eine Feder vorgestellet wird, und deren Kraft wie 1 ist, nur mit einem einfachen Grade Geschwindigkeit treffen; denn was den andern Grad betrifft, so bewegt sie sich nicht mit demselben in Ansehung dieser Hinderniß, weil diese eben dieselbe Bewegung nach einerlei Richtung gleichfalls hat, folglich dem Körper nur ein Grad Bewegung in Relation gegen dieselbe übrig bleibet. Bei einfachem Grade Geschwindigkeit aber ist die Kraft auch nur wie 1, folglich stößt die Kugel mit einer Kraft wie 1 auf die Hinderniß, welche ebenfalls eine einfache Kraft hat, und wird also durch dieselbe diesen ihren Grad Geschwindigkeit und Kraft verlieren. Es bleibt ihr alsdenn aber nur ein Grad absolute Bewegung und folglich auch nur ein Grad Kraft übrig, die mithin wiederum durch eine andere Hinderniß, welche wie 1 ist, mag vernichtet werden; folglich kann ein Körper, in dem wir eine lebendige Kraft setzen, und der also mit 2 Graden Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, von zwei Hindernissen zur Ruhe gebracht werden, die jede nur 1 Grad Kraft haben, mithin müssen auf diese Weise 2 Grade in ihm von selber verschwinden, ohne durch äußerliche Ursachen aufgehoben und gebrochen zu werden.

§ 137.

Die Umstände, unter welchen ein Körper einen Theil seiner lebendigen Kraft ohne Wirkung verschwendet, sind also diese: daß zwei oder mehr Hindernisse ihm nach einander auf solche Weise Widerstand thun, daß jedwede nicht der ganzen Geschwindigkeit des bewegenden Körpers, sondern nur einem Theile derselben sich entgegen setzet, wie die Auflösung des vorigen § es zu erkennen giebt.

Erklärung dieses Satzes nach unseren Begriffen der lebendigen Kraft.

Wie dieses mit unsern Begriffen von der lebendigen Kraft zusammenstimme, läßt sich auf folgende Weise ohne Schwierigkeit begreifen. Wenn die Geschwindigkeit eines Körpers in ihre Grade zertheilt wird, so ist die lebendige Kraft, die bei einem von diesen Graden von den andern abgesondert anzutreffen ist, und welche also der Körper auch anwendet, wenn er mit diesem Grade ganz allein ohne die übrigen wirket, wie das Quadrat dieses Grades; wenn er aber mit seiner ganzen Geschwindigkeit unzertheilt und zugleich wirket, so ist die ganze Totalkraft, wie das Quadrat derselben, folglich derjenige Theil der Kraft, der dem benannten Grade Geschwindigkeit zukommt, wie das *Rectangulum* aus diesem Grade in die ganze Geschwindigkeit, welches eine viel größere Quantität ausmacht, als die in dem vorigen Falle war. Denn wenn wir z. E. die ganze Geschwindigkeit aus zwei Graden bestehend annehmen, welche dem Körper einer nach dem andern ertheilt worden, so erhob sich die lebendige Kraft, da die Geschwindigkeit noch 1 war, nur zu einer Größe wie 1; nachdem aber der zweite Grad hinzukam, so entsprang in demselben nicht allein wiederum ein Grad Kraft, der diesem zweiten Grade Geschwindigkeit allein proportionirt ist, sondern die Naturkraft erhob die Intension noch in derselben Proportion, darin die Geschwindigkeit wuchs, und machte, daß die lebendige Kraft bei der gesammten Geschwindigkeit 4fach wurde, da doch die Summe der Kräfte bei allen abgesonderten Graden nur 2fach gewesen

sein würde, folglich daß ein jeder Grad in der verbundenen Wirkung mit den übrigen 2 Grade Kraft ausüben konnte, da ein jeder vor sich in abgesonderter Wirkung nur eine einfache hatte. Daher wenn ein Körper, der eine lebendige, folglich mit 2facher Geschwindigkeit 4 Grade Kraft hat, seine ganze Geschwindigkeit nicht zugleich, sondern einen Grad nach dem andern anwendet, so übet er nur eine zwiefache Kraft aus, die übrige 2 aber, die dem Körper bei der gesammten Geschwindigkeit beiwohneten, verschwinden von selber, nachdem die Naturkraft aufhöret, sie zu erhalten, eben so, wie sie bei ihrer Erzeugung gleichfalls aus dieser Naturkraft von selber hervorgebracht worden.

§ 138.

Folgerungen.

Diese Anmerkung belohnet unsere Mühe mit wichtigen Folgerungen.

1. Wir werden die vollständige Wirkung der lebendigen Kraft nirgends antreffen, als wo die Hinderniß der ganzen Geschwindigkeit des mit lebendiger Kraft eindringenden Körpers zugleich Widerstand thut und alle Grade derselben zusammen erduldet.

2. Wo im Gegentheil die Hinderniß sich nur einem Grade derselben allein widersetzet, folglich die ganze Geschwindigkeit nicht anders, als in zertheilten Graden nach und nach erduldet, da gehet ein großer Theil der lebendigen Kraft von selber verlustig, ohne daß er durch die Hinderniß vernichtiget worden, und man würde sich betrügen, wenn man glaubete, die Hinderniß, die auf diese Weise die ganze Bewegung verzehret, habe auch die ganze Kraft selber gebrochen. Dieser Verlust ist jederzeit um desto beträchtlicher, je kleiner der Grad Geschwindigkeit, den die Hinderniß erduldet, gegen die ganze Geschwindigkeit des bewegenden Körpers ist. Z. E. Es sei die Geschwindigkeit, in der der Körper seine lebendige Kraft hat, in 3 gleiche Grade zertheilet, deren jedwedem allein sich die Hinderniß auf einmal nur widersetzen kann, so ist, wenn gleich der Körper mit jedem dieser Grade besonders

auch eine lebendige Kraft hat, die Kraft jeden Grades besonders wie 1, folglich die Gewalt der Hinderniß, die diese 3 nach einander überwindet, auch wie 3; die ganze lebendige Kraft aber dieses Körpers war wie das Quadrat von 3, d. i. wie 9: folglich sind auf diese Weise 6 Grade Kraft, d. i. $^2/_3$ vom Ganzen, ohne äußerlichen Widerstand von selber verloren gegangen. Im Gegentheil wenn wir eine andere Hinderniß nehmen, die nicht das Drittheil, sondern die Hälfte besagter ganzen Geschwindigkeit auf einmal erduldet, folglich die ganze Bewegung nicht in 3, sondern in 2 getrennten Graden verzehret, so ist der Verlust, den die lebendige Kraft hiebei außer demjenigen erduldet, was diese Hinderniß verzehret, nur wie 2, d. i. $^1/_2$ vom Ganzen, folglich kleiner als im vorigen Falle. Auf gleiche Weise wenn der Grad, dem die Hinderniß auf einmal widerstrebet, $^1/_8$ von der ganzen Geschwindigkeit ist, so verschwendet der Körper $^7/_8$ von der ganzen Kraft, davon die Ursache nicht in der Hinderniß zu suchen ist, und so ins Unendliche.

3. Wenn der Grad Geschwindigkeit, dem die Hinderniß sich in jedem Augenblick entgegensetzet, nur unendlich klein ist, so ist alsdenn gar keine Spur einer lebendigen Kraft mehr in den überwältigten Hindernissen zu finden, sondern weil alsdenn jeder einzelne Grad nur in Proportion seiner schlechthin genommenen Geschwindigkeit wirket, und die Summe aller Grade der ganzen Geschwindigkeit gleich ist, so ist die ganze Wirkung der Kraft des Körpers, ob sie gleich lebendig ist, doch nur der schlechten Geschwindigkeit proportionirt, und die ganze Größe der lebendigen Kraft verschwindet von selber völlig, ohne eine ihr gemäße Wirkung auszuüben; nämlich da sie eigentlich wie eine Fläche ist, die aus dem Flusse derjenigen Linie, die die Geschwindigkeit vorstellet, erzeuget worden, so verschwinden alle Elemente dieser zweiten Abmessung nach und nach von selber, und es thut sich in der Wirkung keine andere Spur einer Kraft hervor, als die nur der erzeugenden Linie, d. i. der Geschwindigkeit schlechthin, proportionirt ist.

4. Also findet sich nirgends eine Spur einer lebendigen Kraft in den verübten Wirkungen, oder über-

wältigten Hindernissen, wenn gleich der Körper wirklich eine lebendige Kraft hat, als nur da, wo das Moment der Geschwindigkeit, womit die Hinderniß widerstrebet, von endlicher Größe ist; aber auch alsdenn doch nicht ohne diese wichtige Bedingung, nämlich daß auch diese Größe der Geschwindigkeit nicht so klein sein mag, als sie wolle, denn wir wissen aus dem 132. §, daß eine gewisse Quantität derselben erfordert werde, damit der Körper, der sich mit derselben beweget, eine lebendige Kraft haben könne, und, wenn das Moment der Widerstrebung der Hinderniß nach Maßgebung derselben zu klein ist, in derselben auch keine Wirkung der lebendigen Kraft könne verspüret werden.

Den höchsterheblichen Nutzen dieser Anmerkung werden wir insonderheit gegen das Ende dieses Hauptstückes vernehmen, woselbst sie dienen wird, die vornehmste Erfahrung, die die lebendigen Kräfte beweiset, recht zu erleuchten und bewährt zu machen.

§ 139.

Die Phänomena derer Körper, die die Schwere überwinden, beweisen keine lebendige Kraft, dennoch streiten sie nicht dawider.

Da das Moment der Schwerdrückung nur mit unendlich kleiner Geschwindigkeit geschiehet, so erhellet vermittelst der dritten Nummer des vorigen § gar deutlich, daß ein Körper, der seine Bewegung aufwendet, indem er die Hindernisse der Schwere überwindet, gegen dieselbe nur eine Wirkung ausüben werde, die seiner Geschwindigkeit schlechthin proportionirt ist, obgleich die Kraft selber sich wie das Quadrat dieser Geschwindigkeit verhält, demjenigen ganz gemäß, was auch die Erfahrung hievon zu erkennen giebt, wie wir es im vorigen Hauptstücke ausführlich und mehr wie auf eine Weise gesehen haben.

Sehet also hier sogar eine Erfahrung, die kein anderes als Cartesens Gesetz zuzulassen scheinet, und welches auch in der That eigentlich keine Merkmaale von irgend einer anderen Schätzung als von

dieser von sich zeiget, gleichwohl aber bei genauer Erwägung der Quadratschätzung, wenn sie in ihrer richtigen Bedeutung genommen wird, nicht widerstreitet, sondern ihr dennoch Platz läßt.

Also widerleget die Wirkung, welche senkrecht in die Höhe steigende Körper verüben, indem sie die Hindernisse der Schwere überwinden, zwar Leibnizens Schätzung ohne alle Widerrede, allein unsere lebendigen Kräfte beweiset sie zwar eigentlich nicht; jedennoch hebet sie dieselbe nicht auch auf. Indessen wenn wir unsere Aufmerksamkeit nur genau hierauf richten, so werden wir auch sogar daselbst noch einige Strahlen von unserer Schätzung antreffen. Denn der Körper würde seine ihm beiwohnende Bewegung nicht frei fortsetzen und dieselbe so lange selber erhalten können, bis die äußerliche Widerstrebung sie ihm nach und nach nimmt, wo er nicht diejenige innerliche Bestrebung oder Intension aus sich selbst hervorbrächte, die zugleich der Grund der freien Bewegung und auch der lebendigen Kraft ist.

§ 140.

Hierauf gegründete Proben.

Aus dem bis daher Erwiesenen ersehen wir zugleich die Ursache des wohlbekannten Kunststückes, wie man fast unbezwingliche Gewalten durch gar geringe Hindernisse aufheben könne. Wenn nämlich die Gewalt, die man brechen soll, auf einer lebendigen Kraft beruhet, so setzet man ihr nicht eine Hinderniß entgegen, die ihren Widerstand auf einmal thut und plötzlich muß gebrochen werden, denn diese müßte oftermals unermeßlich groß sein, sondern vielmehr eine solche, welche die Kraft nur in ihren kleinern Graden der Geschwindigkeit nach und nach erduldet und aufzehret; denn auf diese Weise wird man durch ganz unbeträchtliche Widersetzungen erstaunlich große Gewalten vereiteln, gleichwie man z. E. die Stöße der Mauerbrecher durch Wollsäcke zernichtet hat, welche Mauren würden zermalmet haben, wenn sie unmittelbar auf dieselbe getroffen hätten.

§ 141.

Weiche Körper wirken nicht mit ihrer ganzen Kraft.

Ferner erhellet, daß die Körper, welche weich sind und sich im Anlaufe leichtlich zusammendrücken, lange nicht alle ihre Kraft durch den Stoß anwenden werden, und daß sie vielmals gar geringe Wirkungen verüben, welche doch bei eben derselben Kraft und Masse, aber größerer Härtigkeit ungleich größer sein würden. Ich weiß wohl, daß noch andere Ursachen dazu kommen, die außer derjenigen, von welcher wir reden, zu diesem Verluste das ihre beitragen, oder vielmehr machen, daß einer zu sein scheinet, aber unsere angeführte ist unstrittig die vornehmste und zwar eines wahrhaften Verlustes.

§ 142.

Aufgeworfene Frage, ob die Wirkung der Körper ohne Unterscheid ihrer Masse ihrer lebendigen Kraft proportional sein könne.

Nunmehro wollen wir untersuchen, wie denn die Wirkung eines Körpers, der eine lebendige Kraft hat, dessen Masse man aber unendlich klein gedenket, sein werde, denn dieses giebt hernach zu erkennen, ob bei gleichen Umständen, wenn die Kräfte zweier Körper beide lebendig sein, alle beide auch die diesen lebendigen Kräften proportionale Wirkungen ausüben können, wenn man sie in gleiche Umstände setzet, die Masse des einen sei auch so klein, wie sie wolle; oder ob vielmehr eines jeden Körpers Masse eine gewisse Größe haben müsse, so daß, wenn man sie kleiner machet, die Wirkung, die er verübet, seiner lebendigen Kraft nicht proportional sein kann.

Das ist wohl untrüglich, daß, wenn ein Körper von endlicher Masse eine lebendige Kraft hat, ein jegliches seiner Theile, sie mögen so klein sein, wie sie wollen, auch eine lebendige Kraft haben müsse und diese auch haben würde, wenn es sich gleich von den andern abgesondert bewegte; allein hier ist

die Frage, ob ein solches kleine, oder, wie wir es hier annehmen wollen, unendlich kleine Theilchen vor sich allein auch eine seiner lebendigen Kraft proportionale Wirkung in der Natur ausüben könne, wenn man es in die gleiche Umstände setzet, darin ein größerer in dieser Proportion wirken würde. Wir werden befinden, daß dieses nicht geschehen könne, und daß ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, wenn seine Masse kleiner ist, als sie nach Maßgebung der Regel, die wir beweisen wollen, sein muß, in der Natur keine solche Wirkung verübe, die dieser seiner lebendigen Kraft proportional ist, sondern daß er um desto weniger dieser Proportion beikomme, je kleiner hernach die Masse ist, bis, wenn die Masse unendlich klein ist, der Körper mit derselben nur in Proportion seiner Geschwindigkeit schlechthin wirken kann, ob er gleich eine lebendige Kraft hat, und ein anderer Körper mit eben derselben Geschwindigkeit und lebendigen Kraft, aber gehörig großer Masse in gleichen Umständen eine Wirkung ausüben würde, die dem Quadrate seiner Geschwindigkeit in die Masse multiplicirt gemäß wäre.

§ 143.

Beantwortung.

Die Sache kommt einzig und allein darauf an, daß alle Hindernisse in der Natur, die von einer gewissen Kraft sollen gebrochen werden, derselben nicht alsofort im Berührungspunkte gleich einen endlichen Grad der Widerstrebung entgegen setzen, sondern vorher einen unendlich kleinen und so fortan, bis nach dem unendlich kleinen Räumchen, welches die bewegende Kraft durchbrochen hat, der Widerstand, den sie antrifft, endlich wird. Dieses setze ich kraft der Übereinstimmung der wahren Naturlehre voraus, ohne daß ich mich einlassen will, die mancherlei Gründe, die es bestätigen, hier anzuführen. Newtons Schüler nehmen daher Gelegenheit zu sagen, daß die Körper in andere wirken, wenn sie sich gleich noch nicht berühren. Diesem zu Folge treffen wir einen besondern Unterscheid zwischen der Wirkung, die ein Körperchen

von unendlich kleiner Masse in solche Hindernisse der Natur ausübet, und zwischen derjenigen, die es verrichtet, wenn seine Masse die bestimmte endliche Größe hat, wenn wir gleich den Unterscheid nicht achten, der ohnedem allemal zwischen den Kräften zweier Körper ist, deren Massen verschieden sein, und der schon lange bekannt ist, sondern nur den in Betrachtung ziehen, der aus dem Begriffe unserer lebendigen Kräfte allein herfliesset.

Wir wissen nämlich schon, daß, wenn der Körper gleich eine lebendige Kraft hat, diese aber angewandt wird, die Hinderniß der Schwerdrückungen zu überwinden, seine Wirkung dennoch nur in Proportion der Geschwindigkeit schlechthin stehe, und alle Intension, die das Merkmal der lebendigen Kraft ist, ohne Wirkung verschwinde. Nun wirket aber der Gegendruck der Schwere mit unendlich kleiner Sollicitation bis in das Innerste seiner Masse, d. i. unmittelbar auf die unendlich kleine Theile des bewegenden Körpers, also ist dieses sein Zustand dem Zustande desjenigen Körperchens gleich, das zwar mit lebendiger Kraft, aber unendlich kleiner Masse gegen eine jegliche Hinderniß der Natur anläuft, denn dieses erduldet, wie wir angemerkt haben, auch hier allemal einen Widerstand, der eben so wie bei der Schwere mit unendlich kleiner Sollicitation ihm unmittelbar widerstrebet; folglich wird eine solche unendlich kleine Masse auch auf gleiche Weise ihre lebendige Kraft in sich selbst verzehren und bei jeder Hinderniß der Natur nur nach Proportion ihrer Geschwindigkeit wirken.

Daß dieses aber nur dem unendlich kleinen Körper begegne, und dagegen einer von endlicher und bestimmter Masse in dieselbe Hinderniß eine seiner lebendigen Kraft gemäße Wirkung ausüben könne, erhellet klärlich daraus, weil, wie wir annehmen, daß die Hinderniß ihren Widerstand nur von außen thut und nicht wie die Schwere in das Innerste wirket; folglich der endliche Körper daselbst, wo die unendlich kleine Masse durch die fortgesetzte unendlich kleine Widerstrebung der Hinderniß ihre ganze Geschwindigkeit verlor, nur unendlich wenig, d. i. nichts,

verlieret, sondern seine Kraft nur gegen die endlichen Grade der Widerstrebung aufwendet, wozu jene nicht durchdringen kann; folglich in die Umstände gelanget, in welchen, wie wir § 138. No. 4 gesehen haben, derjenige Körper sein muß, der seine lebendige Kraft zu einer ihr proportionalen Wirkung anwenden soll.

§ 144.

Die Masse muß bestimmt sein, mit welcher ein Körper die seiner lebendigen Kraft proportionirte Wirkung ausüben kann; unter dieser Größe können kleinere Massen dieses nicht thun.

Da nun also die Wirkung des Körpers, der sich mit endlicher Kraft, aber unendlich kleiner Masse beweget, nirgend in der Natur dem Quadrat der Geschwindigkeit, sondern nur derselben schlechthin proportionirt ist, so folget vermöge der Art zu schließen, die uns schon durch die oftmalige Ausübung bekannt sein muß, daß man nicht allgemein und ohne Einschränkung sagen könne: Dieser Körper hat eine lebendige Kraft, folglich wird seine Wirkung bei gehörigen*) Umständen seiner lebendigen Kraft auch proportional sein, die Masse mag sonst so klein sein, wie sie wolle; sondern es wird eine gewisse Quantität der Masse dazu erfordert werden, daß man dieses sagen könne, und unter diesem bestimmten Maße wird keine Wirkung eines solchen Körpers in die Hindernisse der Natur seiner lebendigen Kraft proportionirt sein können, sie mögen auch sein, welche sie wollen; es wird aber die Wirkung um desto mehr von dem Verhältniß der lebendigen Kraft abgehen, jemehr die Quantität der Masse unter diesem bestimmten Maße ist, in allen höhern Größen aber über dieselbe versteht es sich schon von selber, daß diese Abweichung gar nicht angetroffen werde.

*) Nämlich in denjenigen, darinnen ein anderer von größerer Masse mit derselben Geschwindigkeit seine lebendige Kraft ganz anwendet.

§ 145.

Folgerungen.

Es folgen hieraus nachstehende Anmerkungen:

1. Daß ein kleines Theilchen Materie in fester Vereinigung mit einer großen Masse mit lebendiger Kraft eine ganz andere und ausnehmend größere Wirkung ausüben könne, als es allein und von derselben getrennet verrichten kann.

2. Daß dieser Unterscheid dennoch nicht nothwendig sei, sondern auf dieser zufälligen Eigenschaft der Natur beruhe; daß alle ihre Hindernisse der Regel der Continuität gemäß schon von weitem und mit unendlich kleinen Graden anheben, ehe sie ihre endliche Widerstrebung dem anlaufenden Körper entgegensetzen, daß aber diesem ungeachtet die Natur schon keine andere Wirkung verstattet.

3. Daß es nicht ohne Unterscheid wahr sei, daß die Wirkungen zweier Körper, deren Kräfte lebendig sind, und deren Geschwindigkeit gleich ist, sich bei gleichen Umständen wie ihre Masse verhalten; denn wenn die eine von ihnen kleiner ist, als nach Maßgebung der angeführten Regel sein soll, so gehet ihre Wirkung noch dazu von dem Quadratmaße der Geschwindigkeit ab und ist also viel kleiner, als sie nach dem Verhältniß der Massen hätte sein sollen.

4. Daß sogar die Veränderung der Figur der Körper ohne Änderung ihrer Masse verursachen könne, daß ihre Wirkung bei den angeregten Umständen die Proportion ihrer Geschwindigkeit habe, obgleich die Kraft das Verhältniß vom Quadrate derselben hat, und daß also ein Körper, der eine lebendige Kraft hat, eine viel kleinere Wirkung thun könne bloß deswegen, weil seine Figur geändert worden, ohne daß weder seine Masse, noch Geschwindigkeit, noch lebendige Kraft, oder die Beschaffenheit der Hinderniß im geringsten eine Veränderung erlitten. Z. E. So muß eine güldene Kugel mit lebendiger Kraft eine viel größere Wirkung thun, als wenn eben dieselbe güldene Masse mit gleicher Geschwindigkeit und Kraft gegen dieselbe Hinderniß anliefe, aber so, daß sie vorher zu einem dünnen und weit ausgedehnten Gold-

blatt geschlagen worden. Denn obgleich hier in Ansehung der Kraft nichts verändert worden ist, so machet doch die Änderung der Figur, daß seine kleinsten Theile die Hinderniß hier eben so treffen, als wenn sie von einander abgesondert auf dieselbe gestoßen hätten, folglich laut dem kurz vorher Erwiesenen lange nicht mit ihrer lebendigen Kraft und derselben proportional wirken, sondern eine Wirkung ausüben, die dem Maße der schlechten Geschwindigkeit entweder nahe kommt, oder mit ihr übereintrifft; da im Gegentheil, wenn die Masse in der Figur einer soliden Kugel gegen die Hinderniß anläuft, sie auf eine so kleine Fläche derselben trifft, daß die unendlich kleine Momente der Widersetzungen, welche sie in so kleinem Raume antrifft, nicht im Stande sein, die Bewegung dieser Masse aufzuzehren, folglich die lebendige Kraft unversehrt bleibt, um einzig und allein gegen die endlichen Grade der Widerstrebung dieser Hinderniß angewandt zu werden; gleichwie es dagegen klar ist, daß sie mit ihrer ersten Figur eine überaus große Fläche der Hinderniß decket und folglich bei einerlei Masse einen unglaublich größern Widerstand von der unendlich kleinen Sollicitation, die in jedem Punkte der Hinderniß anzutreffen ist, erleidet und daher von dieser leichter muß können aufgezehrt werden mit entweder gänzlichem, oder doch großem Verluste der lebendigen Kraft, welches auf die erstere Art nicht geschiehet.

§ 146.

Flüssigkeiten wirken in Proportion des Quadrates der Geschwindigkeit.

Allein die wichtigste Folgerung, die ich aus dem jetzo erwiesenen Gesetze ziehe, ist diejenige, welche ganz natürlicher Weise daraus herfließt, nämlich daß flüssige Körper durch den Stoß in Verhältniß des Quadrats ihrer Geschwindigkeit wirken*), ob sie gleich, wenn die Wirkung hier ihren lebendigen Kräften proportional sein sollte, solches nicht nach dem

*) Wie es Herr Mariotte durch Versuche dargethan hat.

Maße des Quadrats, sondern des Würfels ihrer Geschwindigkeit thun müßten; und wie dieses unserer Theorie der lebendigen Kräfte nicht entgegen sei, ob es gleich die lebendigen Kräfte des Herrn von Leibniz aufhebt, wie Herr Jurin schon sehr wohl angemerket hat.

Wie dieses aus dem vorigen folge.

Denn die Flüssigkeiten sind in die feinsten Theile, welche vor unendlich klein gelten können, zertheilet und machen zusammen keinen zusammenhängenden festen Körper aus, sondern wirken alle nach einander, ein jedes vor sich und von den übrigen abgesondert; folglich erdulden sie denjenigen Verlust der lebendigen Kraft, den die unendlich kleine Körperchen, wie wir angemerket haben, allemal erleiden, wenn sie gegen eine Hinderniß der Natur, sie sei, welche sie wolle, anlaufen, und wirken also nur in Proportion ihrer Geschwindigkeit, ob ihre Kraft gleich wie das Quadrat derselben ist.

Herr Richter hat sich viel vergebliche Mühe gegeben, diesen Streich des Herrn Jurins abzuwenden. Seine Sache war hülflos, da sie an die Regel gebunden war, daß die Kräfte in keiner andern Proportion stehen, als derjenigen, darin ihre Wirkungen sind.

Vom Widerstande des Mittelraumes.

Endlich begreifet auch jedermann hieraus leichtlich, woher die Körper mit freier Bewegung und lebendiger Kraft in einem flüssigen Mittelraume nur in Proportion des Quadrates ihrer Geschwindigkeit Widerstand leisten, ohne daß hiedurch unseren lebendigen Kräften Eintrag geschiehet; obgleich es der Leibnizischen Schätzung widerspricht, nach welcher dieser Widerstand dem Würfel der Geschwindigkeit proportionirt sein müßte.

§ 147.

Wird durch die Erfahrung bestätiget.

Es sind unzählbare Erfahrungen, die die Regel bestätigen, von der wir bis daher geredet haben. Ob

dieselbe gleich nicht so genau abgemessen sein, so sind sie dennoch untrüglich und haben die Übereinstimmung eines allgemeinen Beifalles.

Denn wofern wir unserer Regel nicht Platz einräumen, so müssen wir setzen, daß ein Körper, wenn er noch so klein und gering ist, eben so große Wirkung in gleichen Umständen durch den Anstoß thun würde, als eine große Masse, wenn man nur ihre Geschwindigkeiten den Quadratwurzeln ihrer Massen umgekehrt proportionirt machte, oder nach Cartesens Regel, wenn sie sich wie diese Massen selber umgekehrt verhielten. Allein die Erfahrung widerspricht diesem. Denn jedermann ist darin einig, daß eine Flaumfeder oder ein Sonnenstäubchen durch eine freie Bewegung nicht die Wirkungen einer Kanonenkugel ausrichten würden, wenn man ihnen gleich noch so viel Grade Geschwindigkeit, als man selber verlangt, zugestehen wollte; und niemand wird, wie ich glaube, vermuthen, daß eines von denselben die feste Klumpen der Materie zertrümmern und Mauren durchbrechen könne, wenn sie mit noch so großer Geschwindigkeit in freier Bewegung auf dieselbe treffen sollten. Dieses alles kann zwar durch keinen ordentlich angestellten Versuch geprüfet und bestätiget werden, allein die unzählbare Erfahrungen, die hievon in ähnlichen Fällen, obzwar nicht in so großer Maße, vorkommen, verursachen, daß niemand an dem angeregten Erfolge zweifelt.

Nun ist doch aber nicht zu leugnen, daß besagte kleine Körpertheilchen unter der angeführten Einrichtung ihrer Geschwindigkeit nothwendig mit den großen Körpern gleiche Kraft haben müßten, es sei nach Cartesens, oder Leibnizens, oder unserm Kräftenmaße; also bleibt kein ander Mittel übrig, dieses zu erklären, als daß der kleine Körper eine viel kleinere Wirkung verüben müsse, als nach Maßgebung seiner Kraft geschehen sollte, und daß seine lebendige Kraft größtentheils ohne Wirkung vereitelt wird, gerade so, wie wir es §§ 143, 144, 145 von demselben bewiesen haben.

§ 148.

Die Bewegungen elastischer Körper heben Leibnizens Schätzung, aber nicht die unsrige auf.

Zu denenjenigen Erfahrungen, welche keine Spur von einer andern Schätzung, als nur der Cartesianischen geben und daher unserem Kräftenmaße zu widerstreiten scheinen, gehören endlich noch die Bewegungen elastischer Körper durch den Stoß, wovon wir im vorigen Hauptstücke ausführlich gehandelt haben, und welche alle in ganz untrüglichen Versuchen wahr befunden werden. Sie heben auch in der That die Quadrat-Schätzung des Herrn von Leibniz gänzlich auf vermöge der Voraussetzung, die damit unzertrennlich verbunden ist: nämlich daß die Wirkungen, in deren Hervorbringung die Kraft sich verzehret, dieser allemal gleich sein. Unsere hat den wohlgegründeten Vorzug, diesem Gesetze nicht unterworfen zu sein, und entgehet daher diesem Streiche.

Wir wissen schon aus dem vorigen, daß die lebendige Kraft nicht so etwas ist, welches von draußen durch eine äußerliche Ursache, z. E. durch einen Stoß, in einem Körper könne hervorgebracht werden; dieses kann uns schon unterweisen, daß wir die lebendigen Kräfte der gestoßenen Körper nicht vor die Wirkungen der stoßenden ansehen und diese durch jene abzumessen suchen werden. Die Realauflösung aber der ganzen Schwierigkeit, wo man ja eine noch hierin anzutreffen vermeint, bestehet in nachfolgendem.

§ 149.

Beweis.

Alle Mechanikverständige müssen wissen, daß ein elastischer Körper in den andern nicht mit seiner ganzen Geschwindigkeit auf einmal wirke, sondern durch eine fortgesetzte Häufung der unendlich kleinen Grade, die er in denselben nach einander hineinbringt. Ich habe nicht nöthig, mich in die besondern Ursachen hievon einzulassen; genug für mich, daß ich hierin den einstimmigen Beifall auf meiner Seite habe,

und daß jedermann es erkennet, daß ohne diese Voraussetzung kein Bewegungsgesetze könne erklärt werden. Die wahre Ursache hievon ist wohl diese: weil die Elasticität nach der Natur einer Feder sich nur demjenigen Grade Geschwindigkeit entgegensetzet, welche hinlänglich ist, sie zu spannen; folglich bei jedem unendlich kleinen Grade der Eindrückung, die sie leidet, nur immer einen unendlich kleinen Grad der Geschwindigkeit des anstoßenden Körpers erduldet und also jeden Augenblick nicht der ganzen Geschwindigkeit, sondern nur dem unendlich kleinen Grade entgegengesetzet ist und ihn in sich aufnimmt, bis die successive Häufung die ganze Geschwindigkeit in den leidenden Körper auf diese Weise übertragen hat.

Hieraus folget laut dem vorhergehenden: daß, da der anstoßende Körper hier nur nach einander mit einzelnen unendlich kleinen Graden seiner Geschwindigkeit wirket, er auch nur in schlechter Proportion seiner Geschwindigkeit wirken werde ohne Nachtheil seiner lebendigen Kraft, die er dem ungeachtet in sich haben kann.

§ 150.

Das beliebte Gesetze des Herrn von Leibniz von der unveränderten Erhaltung einerlei Größe der Kraft in der Welt ist noch ein Vorwurf, der allhier eine genaue Prüfung zu erfordern scheint. Es leuchtet sogleich in die Augen, daß, wenn in den bisherigen Betrachtungen etwas Gegründetes ist, es in derjenigen Bedeutung, darin es sonsten aufgenommen worden, nicht statt finden könne. Was aber unsere Schätzung in diesem Stücke einführen würde, und wie sie den Regeln der allgemeinen Harmonie und Ordnung, welche besagtes Leibnizische Gesetze so preiswürdig gemacht haben, Gnüge leisten könne, das erlaubet mir die Beschaffenheit unseres Vorhabens und die Ermüdung, welche ich in einer so rauhen und ungebähnten Materie mit Recht von der Aufmerksamkeit meines gelehrten Lesers besorge, und die ich vielleicht schon gar zu sehr beleidigt zu haben befürchten muß, nicht, gehörig zu entwerfen, obgleich ich im Besitze bin, einige Abrisse davon darzulegen.

§ 151.

Wir befinden uns jetzt in dem Lande der Erfahrungen; ehe wir aber darin Besitz nehmen können, müssen wir erst gewiß sein, daß diejenige Ansprüche vertilget worden, welche ein gegründeteres Recht hierauf zu haben vorschützen und uns aus diesem Gebiete verdringen wollen. Unsere Bemühung, die wir bis daher hiezu angewandt haben, würde unvollständig sein, wenn wir denjenigen Versuch und mechanischen Beweis, der den hochberühmten Herrn von Musschenbroek zum Urheber hat und folglich überredend und scharfsinnig ist, vorübergingen, ohne unsere übernommene Kräftenlehre dawider zu schützen. Er hat durch denselben die lebendige Kräfte in Leibnizischer Bedeutung zu vertheidigen gedacht, und daher ist es unsere Pflicht, ihn zu prüfen.

Wir werden bei genauer Erwägung desselben belehret werden, daß er nicht den verhofften Erfolg habe, sondern vielmehr Cartesens Kräftenmaß bestätige. Und dieses wird unsere oft erwähnte Anmerkung aufs neue bestätigen, daß man keine Spur einer nach dem Quadrat zu schätzenden Kraft antreffe, so lange man ihren Ursprung nirgend anders, als in den äußerlichen Ursachen zu finden vermeinet, und daß die wahrhafte lebendige Kraft nicht von draußen in dem Körper erzeuget werde, sondern der Erfolg der bei der äußerlichen Sollicitation in dem Körper aus der innern Naturkraft entstehenden Bestrebung ist; daß also alle diejenige, die nichts als das Maß der äußerlich wirkenden mechanischen Ursachen annehmen, um das Maß der Kraft in dem leidenden Körper daraus zu bestimmen, wofern sie nur richtig urtheilen, niemals etwas anders, als Cartesens Schätzung antreffen werden.

§ 152.

Musschenbroekscher mechanischer Beweis der lebendigen Kräfte.

Der Beweis des Herrn von Musschenbroek ist folgender:

Nehmet einen hohlen Cylinder, an welchem eine

Feder feste gemacht ist. Aus dem Cylinder muß ein Stab hervorragen, der mit Löchern versehen ist, und der durch die Öffnung eines steifen Bleches durchgestecket wird. Wenn ihr nun die stählerne Feder an dieses Blech mit Gewalt andrücket und spannet, so daß der Stab durch die Öffnung desselben weiter herausraget, so könnet ihr sie in dieser Spannung erhalten, indem ihr auf der hervorragenden Seite desselben einen Stift durch ein Loch des Stabes durchstecket. Endlich hänget den Cylinder als ein Pendul an zwei Fäden an irgend einer Maschine auf, sodann ziehet den Stift heraus, so wird die Feder losschnellen und dem Cylinder eine gewisse Geschwindigkeit geben, die durch die erlangte Höhe erkannt wird. Benennet diese Geschwindigkeit mit 10. Hierauf machet denselben Cylinder zweimal schwerer, als er vorher war, indem ihr in denselben so viel Gewichte hineinleget, als hiezu nöthig sein, und spannet die Feder wie zuvor. Wenn ihr sie nun alsdenn wiederum losschnellen lasset, so werdet ihr durch die Höhe, die er erreichet, befinden, daß die Geschwindigkeit 7,07 Grade habe. Hieraus argumentiret Herr von Musschenbroek, wie folget.

Die Feder war beidemal gleich gespannet und hat daher in beiden Fällen gleiche Kraft gehabt, und da sie jedes Mal ihre ganze Kraft anwendet, so hat sie auch beide Male gleiche Kräfte in den Cylinder hineingebracht; also muß die Kraft, die ein Körper von einfacher Masse mit 10 Graden Geschwindigkeit besitzet, derjenigen gleich sein, die in einem andern, der eine zweifache Masse und 7,07 Grade Geschwindigkeit hat, anzutreffen ist. Dieses ist aber auf keine andere Art möglich, als wenn man die Kraft nach dem Product aus Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit schätzet; denn alle andere mögliche Functionen der Geschwindigkeit lassen diese Gleichheit nicht zu, aber nach der Quadratschätzung allein sind die Quadrate der Zahlen 10 und 7,07 *quam proxime* in umgekehrtem Verhältniß der Massen 1 und 2, folglich die Producte derselben in die gegenseitige Massen gleich.

Es sind also, schließt er, die Kräfte nicht nach

dem Maße der Geschwindigkeiten, sondern dem Quadrate derselben zu schätzen.

§ 153.

Ich bin verbunden, die Erinnerung, die ich gegen dieses Argument darlegen will, nicht gar zu weitläuftig zu machen; daher will ich von der gegründeten Einwendung, die ich hiebei noch machen könnte, nichts erwähnen, daß die Momente des Druckes der sich ausspannenden Feder auch nach dem Geständnisse der Leibnizianer nur todte Kräfte sein, folglich sowohl sie, als die damit dem Körper ertheilte Momente der Kraft nur schlechthin nach den Geschwindigkeiten müssen geschätzet werden, mithin auch die ganze Kraft, die die Summe dieser Momente ist; sondern ich will auf eine jedermann bekannte mechanische Art, die die Deutlichkeit der Geometrie an sich hat, verfahren, aber zugleich etwas ausführlich erläutern, nicht als wenn die Sache nicht leicht genug wäre, daß sie auch kürzer könnte begriffen werden, sondern damit alle Verwirrung, die in Ansehung der Wirkung der Federn bis daher in dem Streite der Kräftenschätzung geherrschet hat, ein für allemal gänzlich abgethan werde.

§ 154.

Herr von Musschenbroek spricht: die Feder ist in beiden Fällen gleich gespannet, folglich hat sie in beiden gleiche Kraft, sie theilet aber jedesmal ihrem Cylinder ihre ganze Kraft mit, also giebet sie auch beide Male, wenn sie sich ausstrecket, ihrem Cylinder eine gleiche Kraft. Dieses ist das Fundament des Beweises, aber auch des Irrthums, wiewohl dieser nicht sowohl persönlich dem Herrn von Musschenbroek, als vielmehr den gesammten Vertheidigern der Leibnizischen Kräftenschätzung eigen ist.

Eine gleich gespannte Feder theilet einem größeren Körper eine größere Kraft mit, als einem kleinern.

Wenn man von der ganzen Kraft einer Feder redet, so kann man darunter nichts anders als die Intension ihrer Spannung verstehen, welche derjenigen Kraft

gleich ist, die der Körper, in den sie wirket, in einem Moment von dem Drucke derselben überkommt. In Ansehung dieser kann man wohl sagen, daß sie gleich sei, der Körper, in den die Feder wirket, mag groß oder klein sein. Allein wenn man auf diejenige Kraft siehet, welche dieselbe in einen Körper in einer gewissen Zeit durch ihre fortgesetzte Drückung hineinbringt, so ist offenbar, daß die Größe der auf diese Weise in den Körper gebrachten Kraft auf die Größe der Zeit ankomme, in welcher die gleiche Drückung sich in dem Körper gehäufet hat; und daß, je größer diese Zeit ist, desto größer auch die Kraft sei, die die gleich gespannte Feder in derselben dem Körper ertheilet. Nun kann man aber die Zeit, die die Feder, indem sie einen Körper fortstößet, brauchet, bis sie sich ganz ausgestrecket hat, länger machen, nachdem man will, wenn man nämlich die Masse, die da fortgestoßen werden soll, größer machet, wie dieses niemanden unbewußt ist; also kann man auch nach Belieben veranstalten, daß eben dieselbe Feder bei gleicher Spannung bald mehr, bald weniger Kraft durch ihre Ausstreckung austheilet, nachdem die Masse, die durch die Feder getrieben wird, vermehret oder vermindert wird. Hieraus erhellet, wie widernatürlich der Ausdruck ist: daß die Feder einem Körper, den sie fortstößt, durch die Ausreckung ihre ganze Kraft ertheile. Denn die Kraft, die sie dem Körper giebt, ist ein Erfolg, der nicht allein von der Kraft der Feder, sondern zugleich von der Beschaffenheit des gestoßenen Körpers abhanget, nachdem dieser sich länger, oder kürzer unter den Drückungen dieser Feder befindet, d. i. nachdem er größer, oder kleiner an Masse ist; die Kraft der Feder, an sich betrachtet aber, ist nichts anders, als das Moment ihrer Ausspannung.

§ 155.

Auflösung der Musschenbroekschen Schwierigkeit.

Nunmehr ist es leicht die Verwirrung in dem Musschenbroekischen Beweise zu verhüten.

Der zweimal schwerere Cylinder ist den Drückungen der Feder länger ausgesetzet, indem diese sich aus-

strecket, als der andere von einfacher Masse. Diesen stößt die Feder mit gleicher Spannungskraft geschwinder fort und endigt den Raum ihrer Ausstreckung mit ihm in kürzerer Zeit, als mit jenem. Weil aber das Moment der Kraft, welche die Feder in jedwedem Augenblicke den Cylindern eindrückt, in beiden gleich ist (denn das Moment ihrer Geschwindigkeit ist umgekehrt, wie die Massen), so muß der schwerere Cylinder durch den Antrieb der Feder mehr Kraft überkommen, als der leichtere. Also ist diejenige Schätzung falsch, nach welcher diese Kräfte in beiden würden gleich befunden werden, d. i. sie können nicht nach dem Quadrat der Geschwindigkeit geschätzet werden.

§ 156.

Woher die Quadrate der Geschwindigkeiten der Cylinder in verkehrter Verhältniß der Massen sein.

Wenn man noch die Ursache wissen will, woher denn hier eben die Geschwindigkeiten der Cylinder, die sie von derselben Feder erhalten, just so proportionirt sein, daß ihre Quadrate sich umgekehrt wie die Massen verhalten (welche Verhältniß eigentlich dasjenige ist, wodurch der Vertheidiger des Herrn von Leibniz angelocket worden), so können wir auch dieses ohne Schwierigkeit klar machen, ohne deshalber eine, andere als Cartesens Maß, zu Hülfe zu nehmen.

Denn es ist aus den ersten Gründen der Mechanik bekannt, daß in einförmig beschleunigter Bewegung (*motu uniformiter accelerato*) die Quadrate der erlangten Geschwindigkeiten sich wie die durchgelaufene Räume verhalten; folglich, wenn die Momente der Geschwindigkeiten zweier Körper, die beide in *motu uniformiter accelerato* begriffen sind, ungleich sein, werden die Quadrate der Geschwindigkeiten, die sie in solcher Bewegung erlangen, in zusammengesetztem Verhältniß aus den Räumen und diesen Momenten stehen. Nun theilet aber im Musschenbroekischen Versuche die gleich gespannte Feder jedwedem Cylinder seine Bewegung *motu uniformiter accelerato* mit, und die Räume sind gleich, die sie mit solcher beschleunigten Be-

wegung durchlaufen, indem die Feder sich bis zum Punkte ihrer größten Ausdehnung ausstrecket, also verhalten sich die Quadrate der hiebei überkommenen Geschwindigkeiten, wie die Momente der Geschwindigkeit, die die Drückung der Feder jedwedem Cylinder ertheilet, d. i. umgekehrt, wie die Massen dieser Cylinder.

§ 157.

Nunmehro komme ich dahin, diejenige Versuche und Erfahrungen darzulegen, welche die Wirklichkeit und das Dasein der nach dem Quadrate der Geschwindigkeit zu schätzenden Kräfte in der Natur unwidersprechlich beweisen und meinen geneigten Leser vor alle mühsame Aufmerksamkeit, die ihm gegenwärtige schlechte Aufsätze verursacht haben, mit einer siegreichen Überzeugung belohnen werden.

Versuche, die die lebendigen Kräfte beweisen.

Ich habe nur mit denjenigen zu thun, welchen die Beschaffenheit der Streitsache von den lebendigen Kräften genugsam bekannt ist. Daher setze ich voraus, daß meine Leser von den berüchtigten Versuchen der Herren Ricciolus, s'Gravesande, Poleni und von Musschenbroek hinlängliche Kundschaft haben, welche den Kräften der Körper nachforscheten, indem sie die Eindrücke maßen, die dieselbe durch den Stoß in weiche Materien verursachten. Ich will nur kürzlich berühren, daß Kugeln von gleicher Größe und Masse, die von ungleicher Höhe in die weiche Materie, z. E. Unschlitt, frei herabfielen, solche Höhlen in dieselbe eingeschlagen haben, welche die Proportion der Höhen hatten, von denen sie herabgefallen waren, d. i. das Verhältniß des Quadrates ihrer Geschwindigkeiten; und daß, wenn dieselbe gleich an Größe, aber von ungleicher Masse waren, die Höhen aber, von denen man sie fallen ließ, in umgekehrter Proportion dieser Massen standen, alsdenn die in die weiche Materie eingeschlagenen Höhlen gleich befunden wurden. Wider die Richtigkeit dieser Versuche haben die Cartesianer nichts einzuwenden ge-

wußt, es ist nur die hieraus gezogene Folgerung gewesen, darum man gestritten hat.

Die Leibnizianer haben hieraus folgendergestalt ganz richtig argumentiret. Die Hinderniß, die die weiche Materie der Kraft des hineindringenden Körpers entgegensetzet, ist nichts anders, als der Zusammenhang ihrer Theile, und daher bestehet dasjenige, was der Körper zu thun hat, indem er in dieselbe hineindringt, einzig und allein darin, daß er ihre Theile trennet. Es ist aber dieser Zusammenhang durch die ganz weiche Masse gleichförmig, also ist die Quantität des Widerstandes und daher auch der Kraft, die der Körper anwenden muß, dieselbe zu brechen, wie die Summe der zertrennten Theile, d. i. wie die Größe der eingeschlagenen Höhlen. Diese aber verhalten sich laut dem angeführten Versuche wie die Quadrate der Geschwindigkeiten der eindringenden Körper, folglich sind die Kräfte von diesen, wie die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten.

§ 158.

Einwurf der Cartesianer.

Die Vertheidiger des Cartesius haben hiewieder nichts Tüchtiges einwenden können. Allein weil sie ehedem mit ungezweifelter Gewißheit eingesehen hatten, daß die lebendige Kräfte durch die Mathematik verdammet würden, auf die sich gleichwohl die Leibnizianer auch beriefen, so gedachten sie sich aus dieser Schwierigkeit so gut, als sie konnten, heraus zu helfen, indem sie nicht zweifelten, daß derjenige Versuch betrüglich sein müßte, welcher etwas festzusetzen schiene, was die Geometrie nicht erlaubte. Wir haben hergegen schon oben die nöthige Erinnerungen beigebracht, jetzt wollen wir nur sehen, was es vor eine Ausflucht gewesen sei, deren die Cartesianer sich bedienet haben, den angeführten Versuch ungültig zu machen.

Sie wandten ein, die Leibnizianer hätten hier wiederum auf die Zeit nicht Acht, in der diese Höhlen gemacht wären. Die Zeit sei bei der Überwindung der

Hindernisse dieser weichen Materie eben so ein Knoten, als sie bei der Überwindung der Schwere gewesen war. Die eingedrückte Höhlen würden nicht in gleicher Zeit gemacht. Kurz, sie waren überzeugt, daß der Einwurf von wegen der Zeit bei der Überwältigung der Hindernisse der Schwere gültig gewesen (wie er es denn auch in der That gewesen ist), und nun, dachten sie, könnte man ihn hier wiederum auf die Bahn bringen und mit eben solchem Erfolg gegen die lebendige Kräfte gebrauchen.

§ 159.

Wird widerleget.

Ich weiß wohl, daß die Leibnizianer dieser Klage kurz abgeholfen haben, indem sie unter andern zwei Kegel von unterschiedlicher Grundfläche in die weiche Materie fallen ließen, wobei die Zeiten, darin ihre Höhlen gemacht wurden, nothwendig mußten gleich sein, und dennoch der Erfolg so wie vorher beschaffen war; allein ich will auch diesem Vortheile absagen und die Schwierigkeit, die die Cartesianer machen, aus dem Grunde zernichten.

Bei der Wirkung der Schwere kommt die Zeit mit in Anschlag.

Man darf weiter nichts thun, als die Ursache erwägen, weswegen der Widerstand der Schwerdrückung, die ein Körper überwinden soll, nicht dem Raume, sondern der Zeit proportionirt ist. Der Grund ist aber dieser. Wenn der Körper eine Feder der Schwere überwindet, so vernichtet er nicht hiedurch ihre Wirksamkeit, sondern er leistet ihr nur das Gegengewichte, sie aber behält ihre Widerstrebung dennoch unvermindert, um in ihn so lange immerfort mit gleichem Grade zu wirken, als er ihr ausgesetzet ist. Wenn der Körper eine jede Feder der Gravität dadurch, daß er sie überwältiget, zugleich so zu sagen zersprengen und ihre Kraft vernichtigen möchte, so ist kein Zweifel, daß, weil jede Feder gleiche Kraft hat, der Widerstand, den der Körper erleidet, der Summe aller zer-

sprengten Federn gleich sein würde, die Zeit möchte nun sein, wie sie wollte. Aber nun behält jede Feder, ohngeachtet sie vom Körper überwunden wird, ihre Drückungskraft und setzet diese in ihn so lange fort, als er sich unter derselben befindet, folglich kann vor die Wirkung, die eine einzige Feder thut, nicht ein einzelner und untheilbarer Druck angegeben werden, sondern sie thut eine an einander hängende Reihe von Drückungen, welche um desto größer ist, je längere Zeit der Körper ihr unterworfen ist; z. E. in denenjenigen Theilen des Raumes, da die Bewegung des Körpers langsamer ist, da ist auch das Zeittheilchen des Aufenthalts in jedem Punkte länger, als da, wo die Bewegung geschwinder ist, folglich erduldet er dort von einer jeden einzelnen Feder eine längere Reihe gleicher Drückungen, als hier.

Dieses befindet sich bei der weichen Materie ganz anders.

Allein dieses befindet sich bei der Trennung der weichen Masse ganz anders. Ein jedes Element der weichen Masse hat eine gleiche Kraft zusammenzuhängen, und hiedurch benimmt sie dem Körper, der sie trennet, einen gleichen Grad Kraft, aber eben dadurch wird sie auch zugleich zertrennet und thut also fortan schon keinen Widerstand mehr, die Zeit, die er sich bei ihr aufhält, mag hernach so groß sein, wie sie wolle. Denn hier wird die Feder durch eben die Wirkung, die ihrem Widerstand gleich ist, zugleich zerbrochen und kann daher nicht noch fortfahren zu wirken, so wie die Feder der Schwere, die an sich unzerstörlich war. Daher ist der Widerstand, den die weiche Masse dem eindringenden Körper thut, wie die Summe der Federn, die er zerbricht, d. i. wie die Höhle, die er einschläget, ohne daß hiebei die Zeit im geringsten etwas zu thun hat.

§ 160.

Die Leibnizianer haben Ursache über diese wichtige Vergehung der Cartesianer mit nicht geringer Befriedigung zu triumphiren. Dieser Zufall rächet den

Schimpf, den ihnen die Verweisung so mancherlei Fehltritte zugezogen hat, durch ein gleiches Schicksal an ihren Gegnern. Die Leibnizianer haben die lebendige Kräfte in solchen Fällen zu finden vermeint, darin sie nicht waren, aber was hindert dieses? Haben die Cartesianer sie doch nicht in denen Fällen sehen können, darin sie wirklich waren, und darin sie niemand ohne große Verblendung hätte übersehen können.

§ 161.

Der angeführte Versuch also erweiset das Dasein solcher Kräfte in der Natur, die das Quadrat der Geschwindigkeit zum Maße haben; allein unsere vorhergehende Betrachtungen erklären, bei welchen Bedingungen dieselbe nicht statt haben, und auch welche Bedingungen die einzigen sind, unter denen sie Platz finden können. Wenn man sich dieses alles nach unserer Anweisung zu Nutze macht, so überkommt man nicht allein eine hinlängliche Gewißheit von den lebendigen Kräften, sondern auch einen Begriff von ihrer Natur, der nicht allein richtiger, sondern auch vollständiger ist, als er sonst jemals gewesen ist, oder auch hat sein können. Die besondere Beschaffenheit dieses vorhabenden Versuches giebt noch einige außerordentliche Merkmale an die Hand, die zu besondern Anmerkungen Anlaß geben können; allein ich kann mich durchaus in dieselbe nicht einlassen, nachdem die Aufmerksamkeit des geneigten Lesers, durch so viel verwickelte Untersuchungen ermüdet, vielleicht nichts mehr als den Schluß dieser Betrachtungen wünschet.

Es ist aber noch ein einziges, welches ich nicht unberührt lassen kann, weil es die vorhergehende Gesetze bestätiget und ihnen ein großes Licht ertheilet. Der Versuch, den wir vorhaben, beweiset solche Kräfte, die die Schätzung nach dem Quadrat der Geschwindigkeit an sich haben, daher müssen nach Maßgebung der 4ten Nummer des 138. § die Geschwindigkeiten der Widerstrebung jedes Elementes der Hinderniß in diesem Versuche mit endlichen Graden geschehen; denn wenn sie nur mit unendlich kleinen

geschehen möchten, wie die Drückungen der Schwere, so würde die Überwindung derselben eben so wenig als an diesen eine nach dem Quadrat zu schätzende Kraft zu erkennen geben (§ 139). Wir wollen also beweisen, daß der *Renisus* eines jeglichen Elementes der weichen Masse nicht mit unendlich kleiner Geschwindigkeit, wie die Schwere, sondern mit einem endlichen Grade geschehe.

§ 162.

Das Moment der Hinderniß der weichen Materie geschiehet mit endlicher Geschwindigkeit.

Wenn man die cylindrische Höhle, welche der kugelförmichte Körper in die weiche Materie einschläget, in ihre übereinanderliegende Cirkelscheibchen, deren Dicke unendlich klein ist, eintheilet, so zeigt ein jegliches derselben das Element der verrückten Masse an. Ein jedes von diesen benimmt also dem eindringenden Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Geschwindigkeit, weil sie alle insgesammt ihm die ganze Geschwindigkeit nehmen. Da aber die Quantität eines solchen Cirkelscheibchens gegen die Masse der Kugel unendlich klein ist, so folget, daß die Geschwindigkeit seiner Widerstrebung von endlicher Größe sein müsse, damit er dem Körper einen unendlich kleinen Theil seiner Bewegung durch seinen Widerstand benehmen könne. Also leistet ein jegliches Element der weichen Materie dem hineinschlagenden Körper ihren Widerstand mit einer Bestrebung, die ein endliches Maß der Geschwindigkeit hat. W. Z. E.

§ 163.

So haben wir denn unser Geschäfte vollführet, welches in Ansehung des Vorwurfs, worauf es gerichtet war, groß genug gewesen ist, wenn nur die Ausführung diesem Unterfangen gemäß gewesen wäre. Ich bilde mir ein, daß ich, insonderheit was das Hauptwerk betrifft, auf eine unwidersprechliche Gewißheit Anspruch machen könne. In Ansehung dieses

Vorzuges, dessen ich mich anmaße, kann ich die gegenwärtige Handlung nicht endigen, ohne vorher mit meinen Gläubigern die Rechnung an Gelehrsamkeit und Erfindung zu schließen. Nach den scharfsinnigen Bemühungen der Cartesianer war es nicht schwer, die Verwirrung der Quadratschätzung mit der Mathematik zu verhüten, und nach den sinnreichen Anstalten der Leibnizianer war es fast unmöglich, sie in der Natur zu vermissen. Die Kenntniß dieser zwei äußersten Grenzen mußte ohne Schwierigkeit den Punkt bestimmen, darinnen das Wahre von beiden Seiten zusammen fiel. Diesen anzutreffen, war nichts weniger als eine große Scharfsinnigkeit nöthig, es bedurfte nur einer kleinen Abwesenheit des Parteieneifers und ein kurzes Gleichgewicht der Gemüthsneigungen, so war die Beschwerde sofort abgethan. Wenn es mir gelungen hat, in der Sache des Herrn von Leibniz einige Fehltritte wahrzunehmen, so bin ich dennoch auch hierin ein Schuldner dieses großen Mannes, denn ich würde nichts vermocht haben ohne den Leitfaden des vortrefflichen Gesetzes der Continuität, welches wir diesem unsterblichen Erfinder zu danken haben, und welches das einzige Mittel war, den Ausgang aus diesem Labyrinthe zu finden. Kurz, wenn gleich die Sache aufs beste zu meinem Vortheile ausfällt, so ist der Antheil der Ehre, der mir übrig bleibt, doch so gering, daß ich nicht befürchte, die Ehrsucht könne sich so weit erniedrigen, mir dieselbe zu mißgönnen.

Ende.

IV.

Untersuchung der Frage,

ob

die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse,

wodurch sie

die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt,

einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprunges erlitten habe, welches die Ursache davon sei,

und

woraus man sich ihrer versichern könne,

welche

von der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin

zum Preise

vor das jetztlaufende Jahr aufgegeben worden.

1754.

Das Urtheil wird in kurzem bekannt werden, welches die Königliche Akademie der Wissenschaften über diejenige Schriften fällen wird, die bei Gelegenheit ihrer Aufgabe auf dieses Jahr um den Preis gestritten haben. Ich habe über diesen Vorwurf Betrachtungen angestellet, und da ich nur die physikalische Seite desselben erwogen, so habe ich meine Gedanken darüber kürzlich entwerfen wollen, nachdem ich eingesehen, daß er seiner Natur nach auf dieser Seite unfähig ist, zu demjenigen Grade der Vollkommenheit gebracht zu werden, welche diejenige Abhandlung haben muß, die den Preis davon tragen soll.

Die Aufgabe der Akademie bestehet in folgendem: Ob die Erde in ihrer Umdrehung um die Achse, wodurch sie die Abwechselung des Tages und der Nacht hervorbringt, einige Veränderung seit den ersten Zeiten ihres Ursprungs erlitten habe, welches die Ursache davon sei, und woraus man sich ihrer versichern könne. Man kann dieser Frage historisch nachspüren, indem man die Denkmaale des Alterthums aus den entferntesten Zeiten von der Größe ihres Jahres und den Einschaltungen, derer sie sich haben bedienen müssen, um zu verhindern, daß der Anfang desselben nicht durch alle Jahreszeiten beweglich sei, mit der Länge des in unseren Tagen bestimmten Jahres vergleichet, um zu sehen, ob jenes in den ältesten Zeiten mehr oder weniger Tage oder Stunden in sich gehalten habe als jetzo; in welchem ersten Falle die Schnelligkeit der Achsendrehung verringert, in dem zweiten aber bis anjetzt vermehret worden. Ich werde in meinem Vorwurfe nicht durch die Hülfsmittel der Geschichte Licht zu bekommen suchen. Ich finde diese Urkunde

so dunkel und ihre Nachrichten in Ansehung der gegenwärtigen Frage so wenig zuverlässig, daß die Theorie, die man sich erdenken möchte, um sie mit den Gründen der Natur übereinstimmend zu machen, vermuthlich sehr nach Erdichtungen schmecken würde. Ich will mich also deshalb unmittelbar an die Natur halten, deren Verbindungen den Erfolg deutlich bezeichnen und Anlaß geben können, die Bemerkungen aus der Geschichte auf die rechte Seite zu lenken.

Die Erde wälzet sich unaufhörlich um ihre Achse mit einer freien Bewegung, die, nachdem sie ihr einmal zugleich mit ihrer Bildung eingedrücket worden, fortan unverändert und mit gleicher Geschwindigkeit und Richtung in alle unendliche Zeiten fortdauren würde, wenn keine Hindernisse oder äußerliche Ursachen vorhanden wären, sie zu verzögern, oder zu beschleunigen. Ich unternehme mir darzuthun, daß die äußerliche Ursache wirklich vorhanden sei und zwar eine solche, die die Bewegung der Erde nach und nach verringert und ihren Umschwung in unermeßlich langen Perioden gar zu vernichten trachtet. Diese Begebenheit, die sich dereinst zutragen soll, ist so wichtig und wundersam, daß, obgleich der fatale Zeitpunkt ihrer Vollendung so weit hinausgesetzet ist, daß selber die Fähigkeit der Erdkugel bewohnt zu sein und die Dauer des menschlichen Geschlechts vielleicht nicht an den zehnten Theil dieser Zeit reichet, dennoch auch nur die Gewißheit dieses bevorstehenden Schicksals und die stätige Annäherung der Natur zu demselben ein würdiger Gegenstand der Bewunderung und Untersuchung ist.

Wenn der Himmelsraum mit einer einigermaßen widerstehender Materie erfüllet wäre, so würde der tägliche Umschwung der Erde an derselben eine unaufhörliche Hinderniß antreffen, wodurch seine Schnelligkeit sich nach und nach verzehren und endlich erschöpfen müßte. Nun ist aber dieser Widerstand nicht zu besorgen, nachdem Newton auf eine überzeugende Art dargethan hat, daß der Himmelsraum, der sogar den leichten kometischen Dünsten eine freie, ungehinderte Bewegung verstattet, mit unendlich wenig widerstehender Materie erfüllet sei. Außer dieser nicht

zu vermuthenden Hinderniß ist keine äußere Ursache, die auf die Bewegung der Erde einen Einfluß haben kann, als die Anziehung des Mondes und der Sonne, welche, da sie das allgemeine Triebwerk der Natur ist, woraus Newton ihre Geheimnisse auf eine so deutliche als ungezweifelte Art entwickelt hat, einen zuverlässigen Grund allhier abgiebt, an dem man eine sichere Prüfung anstellen kann.

Wenn die Erde eine ganz feste Masse ohne alle Flüssigkeiten wäre, so würde die Anziehung weder der Sonne noch des Mondes etwas thun, ihre freie Achsendrehung zu verändern; denn sie ziehet die östliche sowohl als die westliche Theile der Erdkugel mit gleicher Kraft und verursacht dadurch keinen Hang weder nach der einen, noch der andern Seite, folglich läßt sie die Erde in völliger Freiheit, diese Umdrehung so wie ohne allen äußerlichen Einfluß ungehindert fortzusetzen. In dem Falle aber, daß die Masse eines Planeten eine beträchtliche Quantität des flüssigen Elements in sich fasset, so werden die vereinigte Anziehungen des Mondes und der Sonne, indem sie diese flüssige Materie bewegen, der Erde einen Theil dieser Erschütterung eindrücken. Die Erde ist in solchen Umständen. Das Gewässer des Ozeans bedecket wenigstens den dritten Theil ihrer Oberfläche und ist durch die Attraction der gedachten Himmelskörper in unaufhörlicher Bewegung und zwar nach einer Seite, die der Achsendrehung gerade entgegen gerichtet ist. Es verdienet also erwogen zu werden, ob diese Ursache nicht der Umwälzung einige Veränderung zuzuziehen vermögend sei. Die Anziehung des Mondes, welche den größten Antheil an dieser Wirkung hat, hält das Gewässer des Oceans in unaufhörlicher Aufwallung, dadurch es zu den Punkten gerade unterm Mond sowohl auf der ihm zu-, als von ihm abgekehrten Seite hinzufließen und sich zu erheben bemühet ist; und weil diese Punkte der Aufschwellung von Morgen gegen Abend fortrücken, so theilen sie dem Weltmeere eine beständige Fortströmung nach eben dieser Gegend in seinem ganzen Inhalte mit. Die Erfahrung der Seefahrenden hat schon längst diese allgemeine Bewegung außer Zweifel

gesetzt, und sie wird am deutlichsten in den Meerengen und Meerbusen bemerket, wo das Gewässer, indem es durch eine enge Straße laufen muß, seine Geschwindigkeit vermehret. Da diese Fortströmung nun der Drehung der Erde gerade entgegen gesetzet ist, so haben wir eine Ursache, auf die wir sicher rechnen können, daß sie jene, so viel an ihr ist, unaufhörlich zu schwächen und zu vermindern bemühet ist.

Es ist wahr, wenn man die Langsamkeit dieser Bewegung mit der Schnelligkeit der Erde, die Geringschätzigkeit der Quantität des Gewässers mit der Größe dieser Kugel und die Leichtigkeit der ersten zu der Schwere der letztern zusammenhält, so könnte es scheinen, daß ihre Wirkung vor nichts könne gehalten werden. Wenn man aber dagegen erwäget, daß dieser Antrieb unablässig ist, von je her gedauert hat und immer währen wird, daß die Drehung der Erde eine freie Bewegung ist, in welcher die geringste Quantität, die ihr benommen wird, ohne Ersetzung verloren bleibt, dagegen die vermindernde Ursache unaufhörlich in gleicher Stärke wirksam bleibet, so wäre es ein einem Philosophen sehr unanständiges Vorurtheil, eine geringe Wirkung für nichtswürdig zu erklären, die durch eine beständige Summirung dennoch auch die größte Quantität endlich erschöpfen muß.

Damit wir die Größe der Wirkung, welche die beständige Bewegung des Oceans von Morgen gegen Abend der Achsendrehung der Erde entgegengesetzet, einigermaßen schätzen können, so wollen wir nur den Anfall, den das Weltmeer gegen die morgendliche Küsten des festen Landes von Amerika thut, ausrechnen, indem wir dessen Erstreckung bis zu beiden Polen verlängern, dadurch daß wir, was daran fehlet, durch die hervorragende Spitze von Afrika und durch die orientalische Küsten Asiens mehr als überflüssig ersetzen. Laßt uns die Geschwindigkeit der angeführten Meeres-Bewegung unter dem Äquator 1 Fuß in einer Secunde und nach den Polen eben so wie die Bewegung der Parallelzirkel abnehmend setzen; endlich mag die Höhe derjenigen Fläche, die das

feste Land dem Anfalle des Wassers darbietet, in senkrechter Tiefe geschätzet, 100 toises (französische sechsfüßigte Ruthen) angenommen werden, so werden wir die Gewalt, womit das Meer durch seine Bewegung diese ihr entgegenstehende Fläche drücket, dem Gewichte eines Wasserkörpers gleich finden, dessen Basis der ganzen gedachten Fläche von einem Pol zum andern, die Höhe aber $^1/_{124}$ Fuß gleich ist. Dieser Wasserkörper, welcher eilfmal hunderttausend Cubiktoisen begreifet, wird von der Größe der Erdkugel 123 Billionen mal übertroffen, und indem das Gewichte dieses Wasserkörpers der Bewegung der Erde immer entgegen drücket, so kann man leicht finden, wie viel Zeit verfließen müßte, bis diese Hinderniß der Erde ihre ganze Bewegung erschöpfete. Es würden 2 Millionen Jahre dazu erfordert werden, wenn man die Geschwindigkeit des fluthenden Meeres bis ans Ende gleich und den Erdklumpen von gleicher Dichtigkeit mit der Materie der Gewässer annähme. Auf diesen Fuß würde in mäßigen Perioden, da die gedachte Verminderung noch nicht viel beträgt, z. E. in einer Zeit von 2 tausend Jahren, die Verzögerung so viel austragen, daß ein Jahreslauf nach diesem $8^1/_2$ Stunden weniger als vorher in sich halten müßte, weil die Achsendrehung um so viel langsamer geworden.

Nun leidet zwar die Abnahme der täglichen Bewegung dadurch große Einschränkungen, daß 1. die Dichtigkeit der ganzen Erdmasse nicht, wie hier vorausgesetzt worden, der specifischen Schwere des Wassers gleich ist; 2. die Geschwindigkeit des fluthenden Meeres in dessen offener Weite ungleich gringer als auf ein Fuß in einer Secunde zu sein scheinet; dagegen aber wird dieser Mangel überflüssig ersetzet, dadurch daß 1. die Kraft der Erdkugel, die hier als in fortschießender Bewegung mit der Geschwindigkeit eines Punkts unter dem Äquator berechnet worden, nur eine Achsendrehung ist, die ungleich gringer ist, über dieses auch die Hinderniß, welche auf der Oberfläche einer sich umdrehenden Kugel angebracht ist, den Vortheil des Hebels durch seinen Abstand vom Mittelpunkte an sich hat, welche beide Ursachen zusammen genommen die Verminde-

rung durch den Anlauf der Gewässer um $^5/_2$ vermehren, 2tens aber, welches das Vornehmste ist, diese Wirkung des bewegten Oceans nicht lediglich gegen die über den Meeresgrund hervorragende Unebenheiten, das feste Land, die Inseln und Klippen, geschiehet, sondern auf dem ganzen Meeresgrunde ausgeübet wird, die zwar in jedem Punkte ungleich weniger als beim senkrechten Anlaufe der erstern Berechnung austrägt, dagegen aber durch die Größe des Umfanges, in welchem sie geschiehet, der die vorerwähnte Fläche über $^1/_8$ Millionen mal übertrifft, mit einem erstaunlichen Überflusse ersetzt werden muß.

Man wird diesemnach ferner nicht zweifeln können, daß die immerwährende Bewegung des Weltmeeres von Abend gegen Morgen, da sie eine wirkliche und namhafte Gewalt, auch immer etwas zu Verminderung der Achsendrehung der Erde beitrage, deren Folge in langen Perioden unfehlbar merklich werden muß. Nun sollten billig die Zeugnisse der Geschichte herbeigeführt werden, um die Hypothese zu unterstützen; allein ich muß gestehen, daß ich keine Spuren einer so wahrscheinlich zu vermuthenden Begebenheit antreffen kann und andern daher das Verdienst überlasse, diesen Mangel wo möglich zu ergänzen.

Wenn die Erde sich dem Stillstande ihrer Umwälzung mit stetigen Schritten nähert, so wird die Periode dieser Veränderung alsdenn vollendet sein, wenn ihre Oberfläche in Ansehung des Mondes in respectiver Ruhe sein wird, d. i. wenn sie sich in derselben Zeit um die Achse drehen wird, darin der Mond um sie läuft, folglich ihm immer dieselbe Seite zukehren wird. Dieser Zustand wird ihr durch die Bewegung der flüssigen Materie verursachet, die einen Theil ihrer Oberfläche nur bis auf eine gar gringe Tiefe bedecket. Wenn sie bis in den Mittelpunkt durch und durch flüssig wäre, so würde die Anziehung des Mondes in gar kurzer Zeit ihre Achsenbewegung bis zu diesem abgemessenen Überrest bringen. Dieses leget uns auf einmal die Ursache deutlich dar, die den Mond genöthigt hat, in seinem Umlaufe um die Erde ihr immer dieselbe Seite zuzukehren. Nicht eine Über-

wicht der zugekehrten Theile über die abgewandte, sondern eine wirklich gleichförmige Umwendung des Mondes um seine Achse gerade in der Zeit, da er um die Erde läuft, bringet diese immerwährende Darbietung derselben Hälfte zuwege. Hieraus läßt sich mit Zuverlässigkeit schließen, daß die Anziehung, welche die Erde an dem Monde ausübet, zu Zeit seiner ursprünglichen Bildung, als seine Masse noch flüssig war, die Achsendrehung, die dieser Nebenplanet damals vermuthlich mit größerer Geschwindigkeit gehabt haben mag, auf die angeführte Art bis zu diesem abgemessenen Überreste gebracht haben müsse. Woraus auch zu ersehen, daß der Mond ein späterer Himmelskörper sei, der der Erde hinzugegeben worden, nachdem sie schon ihre Flüssigkeit abgelegt und einen festen Zustand überkommen hatte; sonsten würde die Anziehung des Mondes sie ohnfehlbar demselben Schicksale in kurzer Zeit unterworfen haben, das der Mond von unserer Erde erlitten hat. Man kann die letztere Bemerkung als eine Probe einer Naturgeschichte des Himmels ansehen, in welcher der erste Zustand der Natur, die Erzeugung der Weltkörper und die Ursachen ihrer systematischen Beziehungen aus den Merkmaalen, die die Verhältnisse des Weltbaues an sich zeigen, mußten bestimmet werden. Diese Betrachtung, die dasjenige im großen oder vielmehr im unendlichen ist, was die Historie der Erde im kleinen enthält, kann in solcher weiten Ausdehnung eben so zuverlässig begriffen werden, als man sie in Ansehung unserer Erdkugel in unseren Tagen zu entwerfen bemüht gewesen. Ich habe diesem Vorwurfe eine lange Reihe Betrachtungen gewidmet und sie in einem System verbunden, welches unter dem Titel: Kosmogonie, oder Versuch, den Ursprung des Weltgebäudes, die Bildung der Himmelskörper und die Ursachen ihrer Bewegung aus den allgemeinen Bewegungsgesetzen der Materie der Theorie des Newtons gemäß her zu leiten, in kurzem öffentlich erscheinen wird.

V.

Die Frage,

ob die Erde veralte,

physikalisch erwogen.

1754.

Wenn man wissen will, ob ein Ding alt, ob es sehr alt, oder noch jung zu nennen sei, so muß man es nicht nach der Anzahl der Jahre schätzen, die es gedauert hat, sondern nach dem Verhältniß, das diese zu derjenigen Zeit haben, die es dauren soll. Ebendieselbe Dauer, die vor eine Art von Geschöpfen ein hohes Alter kann genannt werden, ist es nicht vor eine andere. In derselben Zeit, da ein Hund veraltet, hat der Mensch kaum seine Kindheit überschritten, und die Eichen und Cedern auf dem Libanon sind noch nicht in ihrer männlichen Stärke, wenn die Linden oder Tannen alt werden und verdorren. Am meisten fehlet der Mensch, wenn er in dem Großen der Werke Gottes zum Maßstabe des Alters die Reihe der menschlichen Geschlechter anwenden will, welche in dieser Zeit verflossen sind. Es ist zu besorgen, daß es mit seiner Art zu urtheilen bewandt sei, wie mit der Rosen ihrer beim Fontenelle, welche von dem Alter ihres Gärtners muthmaßeten. Unser Gärtner, sagten sie, ist ein sehr alter Mann, seit Rosen Gedenken ist er derselbe, der er immer gewesen, in der That er stirbt nicht, er verändert sich nicht einmal. Wenn man die Dauerhaftigkeit erwäget, die bei den Anstalten der Schöpfung an den großen Gliedern ihres Inbegriffes angetroffen wird, und welche einer Unendlichkeit nahe kommt, so wird man bewogen zu glauben, daß ein Ablauf von 5 oder 6000 Jahren vor die der Erde bestimmte Dauer vielleicht noch nicht dasjenige sei, was ein Jahr in Ansehung des Lebens eines Menschen ist.

Die Wahrheit zu gestehen, wir haben keine Merkmale in der Offenbarung, woraus wir abnehmen können, ob die Erde anjetzt jung oder alt, als in der Blüthe

ihrer Vollkommenheit, oder in dem Verfall ihrer Kräfte begriffen, könne angesehen werden. Sie hat uns zwar die Zeit ihrer Ausbildung und den Zeitpunkt ihrer Kindheit entdecket, aber wir wissen nicht, welchem von den beiden Endpunkten ihrer Dauer, dem Punkte ihres Anfanges oder Unterganges, sie anjetzo näher sei. Es scheinet in der That ein der Untersuchung würdiger Vorwurf zu sein, zu bestimmen, ob die Erde veralte und sich durch eine allmählige Abnahme ihrer Kräfte dem Untergange nähere, ob sie jetzt in der Periode dieses abnehmenden Alters, oder ob ihre Verfassung annoch im Wohlstande sei, oder wohl gar die Vollkommenheit, zu der sie sich entwickeln soll, noch nicht völlig erreicht und sie also ihre Kindheit vielleicht noch nicht überschritten habe.

Wenn wir die Klagen bejahrter Leute hören, so vernehmen wir, die Natur ältere merklich, und man könne die Schritte verspüren, die sie zu ihrem Verfall thue. Die Witterungen, sagen sie, wollen nicht mehr so gut wie vormals einschlagen. Die Kräfte der Natur sind erschöpft, ihre Schönheit und Richtigkeit nimmt ab. Die Menschen werden weder so stark noch so alt mehr als vormals. Diese Abnahme, heißt es, ist nicht allein bei der natürlichen Verfassung der Erde zu bemerken, sie erstreckt sich auch bis auf die sittliche Beschaffenheit. Die alte Tugenden sind erloschen, an deren statt finden sich neue Laster. Falschheit und Betrug haben die Stelle der alten Redlichkeit eingenommen. Dieser Wahn, welcher nicht verdient widerlegt zu werden, ist nicht sowohl eine Folge des Irrthums, als der Eigenliebe. Die ehrliche Greise, welche so eitel sind, sich zu überreden, der Himmel habe die Sorgfalt vor sie gehabt, sie in den blühendsten Zeiten an das Licht zu stellen, können sich nicht überreden, daß es nach ihrem Tode noch eben so gut in der Welt hergehen solle, als es zuging, ehe sie geboren waren. Sie möchten sich gerne einbilden, die Natur veralte zugleich mit ihnen, damit es sie nicht reuen dürfe, eine Welt zu verlassen, die schon selber ihrem Untergange nahe ist.

So ungegründet wie diese Einbildung ist, das Alter und Dauerhaftigkeit der Natur nach dem Maß-

stabe eines einzigen Menschenalters messen zu wollen, so scheinet doch eine andere Vermuthung dem ersten Anblicke nach nicht eben so ungereimt: daß in einigen tausend Jahren vielleicht einige Veränderung in der Verfassung des Erdbodens merklich werden könne. Es ist hier nicht gnug mit Fontenellen anzumerken, daß die Bäume vor Alters nicht größer geworden als jetzo, daß die Menschen weder älter nach stärker gewesen, als sie es jetzt sind, es ist, sage ich, dieses noch nicht genug, um daraus zu schließen, daß die Natur nicht veralte. Diese Beschaffenheiten haben ihre durch die wesentliche Bestimmungen ihnen festgesetzte Schranken, welche auch die vortheilhafteste Beschaffenheit der Natur und der blühendste Wohlstand derselben nicht weiter treiben können. In allen Ländern ist in Ansehung dessen kein Unterscheid; die fetten und in den besten Himmelsgegenden liegende Länder haben vor den magern und unfruchtbaren hierin keinen Vorzug; allein ob, wenn man zwischen zuverlässigen Nachrichten alter Zeiten und der genauen Beobachtung der gegenwärtigen eine Vergleichung anstellen könnte, nicht einiger Unterscheid in der Fruchtbarkeit derselben würde zu bemerken sein, ob die Erde nicht etwa ehedem weniger Wartung bedurft hat, dem menschlichen Geschlechte den Unterhalt darzureichen, dieses scheinet, wenn es entschieden werden könnte, ein Licht in der vorhabenden Aufgabe zu versprechen. Es würde gleichsam die ersten Glieder einer langen Progression vor Augen legen, an welchen man erkennen könnte, welchem Zustande die Erde sich in langen Zeitläuften ihres Alters allgemach nähere. Diese Vergleichung aber ist sehr ungewiß, oder vielmehr unmöglich. Der Menschen Fleiß thut so viel zur Fruchtbarkeit der Erde, daß man schwerlich wird ausmachen können, ob an der Verwilderung und Verödung derjenigen Länder, die vordem blühende Staaten waren und jetzo fast gänzlich entvölkert sein, die Nachlässigkeit der erstern, oder die Abnahme der letztern am meisten Schuld sei. Ich will diese Untersuchung denenjenigen empfehlen, die mehr Geschicklichkeit und Neigung haben, diese Frage nach beiden Bedingungen in den Denkmalen der Geschichte zu

prüfen; ich will sie lediglich als ein Naturkündiger abhandlen, um wo möglich von dieser Seite zu einer gründlichen Einsicht zu gelangen.

Die Meinung der meisten Naturforscher, welche Theorien der Erde entworfen haben, gehet dahin, daß die Fruchtbarkeit der Erde allmählig abnehme, daß sie sich dem Zustande mit langsamen Schritten nähere unbewohnter und wüst zu werden, und daß es nur Zeit brauche, um die Natur gänzlich veraltet und in der Ermattung ihrer Kräfte erstorben zu sehen. Diese Frage ist wichtig, und es verlohnt sich wohl der Mühe, sich mit Behutsamkeit diesem Schlusse zu nähern.

Lasset uns aber vorher den Begriff bestimmen, den man sich von dem Veralten eines sich durch natürliche Kräfte zur Vollkommenheit ausbildenden und durch die Kräfte der Elemente modificirenden Körpers zu machen hat.

Das Veralten eines Wesens ist in dem Ablauf seiner Veränderungen nicht ein Abschnitt, der äußere und gewaltsame Ursachen zum Grunde hat. Eben dieselbe Ursachen, durch welche ein Ding zur Vollkommenheit gelanget und darin erhalten wird, bringen es durch unmerkliche Stufen der Veränderungen seinem Untergange wiederum nahe. Es ist eine natürliche Schattirung in der Fortsetzung seines Daseins und eine Folge eben derselben Gründe, dadurch seine Ausbildung bewirket worden, daß es endlich verfallen und untergehen muß. Alle Naturdinge sind diesem Gesetze unterworfen, daß derselbe Mechanismus, der im Anfange an ihrer Vollkommenheit arbeitete, nachdem sie den Punkt derselben erreicht haben, weil er fortfährt das Ding zu verändern, selbiges nach und nach wiederum von den Bedingungen der guten Verfassung entfernt und dem Verderben mit unvermerkten Schritten endlich überliefert. Dieses Verfahren der Natur zeiget sich deutlich an der Ökonomie des Pflanzen- und Thierreichs. Eben derselbe Trieb, der die Bäume wachsen macht, bringet ihnen den Tod, wenn sie ihr Wachsthum vollendet haben. Wenn die Fasern und Röhren keiner Ausdehnung mehr fähig sind, so fängt der nährende Saft, indem er fortfähret, sich den Theilen einzuverleiben, das Inwendige der Gänge

an zu verstopfen und zu verdichten und das Gewächs durch die gehemmte Bewegung der Säfte endlich absterben und verdorren zu machen. Eben der Mechanismus, wodurch das Thier oder der Mensch lebt und aufwächst, bringt ihm endlich den Tod, wenn das Wachsthum vollendet ist. Denn indem die Nahrungssäfte, welche zu dessen Unterhalte dienen, die Canäle, an die sie sich ansetzen, nicht mehr zugleich erweitern und in ihrem Inhalte vergrößern, so verengen sie ihre inwendige Höhle, der Kreislauf der Flüssigkeiten wird gehemmt, das Thier krümmt sich, veraltet und stirbt. Eben so ist der allmähliche Verfall der guten Verfassung der Erde ebenfalls in die Folge der Abänderungen, welche ihre Vollkommenheit anfänglich bewirketen, so eingeflochten, daß er nur in langen Zeitläuften kenntlich werden kann. Wir müssen daher auf die veränderlichen Scenen, welche die Natur von ihrem Anfange an bis zur Vollendung spielet, einen flüchtigen Blick werfen, um die ganze Kette der Folgen zu übersehen, darin das Verderben das letzte Glied ist.

Die Erde, als sie sich aus dem Chaos erhub, war unfehlbar vorher in flüssigem Zustande. Nicht allein ihre runde Figur, sondern vornehmlich die sphäroidische Gestalt, da die Oberfläche gegen die durch die Kraft der Umdrehung veränderte Richtung der Schwere in allen Punkten eine senkrechte Stellung annahm, beweisen, daß ihre Masse die Fähigkeit gehabt hat, sich zu der Figur, die das Gleichgewicht in diesem Falle erfordert, von selber zu bequemen. Sie ging aus dem flüssigen Zustande in den festen über; und zwar sehen wir unverwerfliche Spuren, daß die Oberfläche sich zuerst gehärtet hat, indessen daß das Inwendige des Klumpens, in welchem die Elemente nach den Gesetzen des Gleichgewichts sich annoch schieden, die untermengte Partikeln des elastischen Luftelements unter die gehärtete Rinde immer hinaufschickte und weite Höhlen unter ihr zubereitete, worin dieselbe mit mannigfaltigen Einbeugungen hineinzusinken, die Unebenheiten der Oberfläche, das feste Land, die Gebürge, die geräumige Vertiefungen des Meeres und die Scheidung des

Trockenen von dem Gewässer hervorzubringen veranlaßt wurde. Wir haben ebenso ungezweifelte Denkmaale der Natur, welche zu erkennen geben, daß diese Umstürzungen in langen Zeitläuften nicht völlig aufgehöret haben, welches der Größe eines flüssigen Klumpens, wie das Inwendige unserer Erde damals war und lange blieb, gemäß ist, in der die Scheidung der Elemente und die Absonderung der im gemeinen Chaos vermengten Luft nicht so bald vollendet ist, sondern die erzeugte Höhlungen nach und nach vergrößert und die Grundfesten der weiten Wölbungen aufs neue wankend gemacht und eingestürzt, eben dadurch aber ganze Gegenden, die unter der Tiefe des Meeres begraben waren, entblößet und andere dagegen versenkt wurden. Nachdem das Inwendige der Erde einen festern Stand überkommen und die Ruinen aufgehöret hatten, wurde die Oberfläche dieser Kugel ein wenig ruhiger, allein sie war noch von dem Zustande einer vollendeten Ausbildung weit entfernet; den Elementen mußten noch erst ihre gewisse Schranken festgesetzt werden, welche durch Verhinderung aller Verwirrung die Ordnung und Schönheit auf der ganzen Fläche erhalten könnten. Das Meer erhöhete selber die Ufer des festen Landes mit dem Niedersatz der hinaufgetragenen Materien, durch deren Wegführung es sein eigenes Bette vertiefte; es warf Dünen und Dämme auf, die den Überschwemmungen vorbeugten. Die Ströme, welche die Feuchtigkeiten des festen Landes abführen sollten, waren noch nicht in gehörige Fluthbette eingeschlossen, sie überschwemmten noch die Ebenen, bis sie sich selber endlich in abgemessene Canäle beschränkten und einen einförmigen Abhang von ihrem Ursprunge an bis zu dem Meere zubereiteten. Nachdem die Natur diesen Zustand der Ordnung erreicht und sich darin befestigt hatte, so waren alle Elemente auf der Oberfläche der Erden im Gleichgewichte. Die Fruchtbarkeit breitete ihre Reichthümer auf allen Seiten aus, sie war frisch, in der Blüthe ihrer Kräfte, oder, wenn ich mich so ausdrücken darf, in ihrem männlichen Alter.

Die Natur unserer Erdkugel hat in dem Fort-

schritte ihres Alters in allen ihren Theilen nicht eine gleiche Stufe erreichet. Einige Theile derselben sind jung und frisch, indessen daß sie in andern abzunehmen und zu veralten scheinet. In gewissen Gegenden ist sie roh und nur noch halb gebildet, da andere in der Blüthe ihres Wohlstandes sich befinden und noch andere nach Zurücklegung ihrer glücklichen Periode sich schon allgemach dem Verfall nähern. Überhaupt sind die hohen Gegenden des Erdbodens die ältesten, die zuerst aus dem Chaos erhoben und zur Vollendung der Ausbildung gelanget sind, die niedrige sind jünger und haben die Stufe ihrer Vollkommenheit später erreicht. Nach dieser Ordnung wird daher jene das Loos zuerst treffen, sich dem Verderben wiederum zu näheren, indessen daß diese von ihrem Schicksale noch weiter entfernet sind.

Die Menschen haben die höchsten Gegenden des Erdbodens zuerst bewohnt; sie sind nur spät in die Ebenen hinabgestiegen und haben selbst Hand anlegen müssen, die Ausarbeitung der Natur zu beschleunigen, welche vor die schnelle Vermehrung derselben zu langsam in ihrer Ausbildung war. Ägypten, dieses Geschenke des Nilstroms, war in seinem obersten Theile bewohnt und volkreich, als das halbe Unterägypten, das ganze Delta und die Gegend, da der Nil durch Absetzung des Schlammes den Boden seines Auslaufs erhöhete und sich die Ufer eingeschränkter Fluthbette aufwarf, noch ein unbewohnterer Morast war. Itzo scheinet die Gegend des alten Thebais wenig mehr von derjenigen ausnehmenden Fruchtbarkeit und Blüthe an sich zu haben, die seinen Wohlstand so außerordentlich machte; dagegen ist die Schönheit der Natur in die niedrige und jüngere Theile des Landes hinabgestiegen, welche anjetzt den Vorzug der Fruchtbarkeit vor den hohen behaupten. Die Gegend von Niederdeutschland, die eine Zeugung des Rheins ist, die plattesten Theile von Niedersachsen, der Theil von Preußen, da die Weichsel sich in so viel Arme theilet und, gleichsam auf ihr ewiges Recht erpicht, die Länder öftermals unter ihrem Gewässer zu bedecken trachtet, die der Menschen Fleiß ihm zum Theil abgewonnen hat, scheinen jünger, fetter und

blühender zu sein, als die höchsten Gegenden des Ursprungs dieser Flüsse, die schon bewohnt waren, als die letztere noch Moräste und Meerbusen waren.

Diese Veränderung der Natur ist einer Erläuterung würdig. Die Flüsse fanden nicht gleich anfangs, als das Trockne vom Meere befreiet wurde, fertige Schläuche und einen zubereiteten einförmichten Abhang ihres Laufes. Sie traten noch an vielen Orten über und machten stehende Gewässer, die das Land unbrauchbar machten. Nach und nach höhlten sie sich in dem frischen und weichen Erdreiche Canäle aus, und mit dem weggespülten Schlamme, damit sie angefüllet waren, bildeten sie zu beiden Seiten ihres stärksten Zuges eigene Ufer, welche bei niedrigem Wasser ihren Strom fassen und einschränken konnten, bei stärkerer Aufschwellung aber durch das Übertreten nach und nach erhöhet wurden, bis ihre vollkommen ausgebildete Fluthbette in den Stand gesetzt waren, das Wasser, welches die umliegende Länder ihnen lieferten, mit einförmichtem, gemäßigtem Abhange bis ins Meer abzuführen. Die höchste Gegenden sind die ersten, die dieser nöthigen Auswickelung der Natur sich zu erfreuen hatten, und wurden daher auch zuerst bewohnt, indessen daß die niedrige eine Zeit lang mit der Verwirrung stritten und später zur Vollkommenheit gelangeten. Seitdem bereichern sich die niedrigen Länder mit dem Raube der hohen Gegenden. Die Flüsse, die zu der Zeit, da sie hoch anschwellen, mit dem abgespülten Schlamme trächtig sind, setzen bei ihren Überströmungen nahe zu dem Ausflusse derselben diesen ab, erhöhen den Boden, über den sie sich ausbreiten, und bilden das Trockene, welches, nachdem der Fluß seine Ufer bis zur gehörigen Höhe vermehret hat, bewohnbar und, durch die Fettigkeit der hohen Gegenden gedünget, fruchtbarer als diese wird.

Durch diese fortschreitende Bildung und die Veränderung, die die Gestalt der Erde erleidet, werden die tiefere Gegenden bewohnbar, wenn die Höhen es bisweilen aufhören zu sein. Allein dieser Wechsel betrifft nur vornehmlich einige Länder, die nämlich Mangel an dem Wasser des Himmels erleiden und

daher ohne das periodische Überschwemmen der nöthigen Feuchtigkeit entbehren und eine unbewohnte Wüste bleiben müssen, wenn die Flüsse durch eigene Erhöhung ihrer Ufer dieser Überschwemmung Schranken gesetzt haben. Ägypten ist das deutlichste Beispiel von dieser Veränderung, welches so sehr in seiner Beschaffenheit verändert worden, daß, da das ganze Land nach dem Zeugnisse des Herodots 900 Jahre vor seiner Zeit ganz überschwemmet worden, wenn der Fluß nur 8 Fuß angewachsen, er zu seiner Zeit 15 Fuß hochsteigen mußte, um es gänzlich zu bedecken, da nunmehro zu unserer Zeit schon 24 Fuß Anwachs dazu erfordert werden. Woraus das diesem Lande durch eine stetige Annäherung mehr und mehr drohende Verderben zu ersehen ist.

Weil aber diese Abänderung der Natur, in soweit sie an einigen Theilen des Erdbodens allein haftet, unerheblich und gering ist, so muß die Frage von dem Veralten der Erde im Ganzen bestimmet werden, und zu dem Ende sind die Ursachen zuvörderst zu prüfen, denen die meisten Naturforscher diese Wirkung beimessen und daraus den Verfall der Natur dieser Kugel vorher zu verkündigen hinlänglich erachtet haben.

Die erste Ursache fließet aus der Meinung derjenigen, welche die Salzigkeit des Meeres den Flüssen zuschreiben, die das aus dem Erdreich ausgelaugte Salz, das der Regen in ihre Ströme bringet, mit sich ins Meer führen, woselbst es bei der beständigen Abdünstung des süßen Wassers zurückbleibt, sich häuft und auf diese Art dem Meere alle das Salz verschaffet hat, das es noch in sich hält. Es ist hieraus leicht abzunehmen, daß, da das Salz das vornehmste Triebwerk des Wachsthums und die Quelle der Fruchtbarkeit ist, nach dieser Hypothese die ihrer Kraft nach und nach beraubte Erde in einen todten und unfruchtbaren Zustand müßte versetzt werden.

Die zweite Ursache ist in der Wirkung des Regens und der Flüsse in Ansehung der Abspülung des Erdreichs und Wegführung desselben in das Meer zu setzen, welches dadurch immermehr und mehr ausgefüllet zu werden scheinet, indessen daß die Höhe

des festen Landes sich beständig verringert, so daß zu besorgen stehet, das Meer müßte, indem es immermehr erhoben wird, endlich genöthigt werden das Trockene wiederum zu übersteigen, welches ehedem seiner Herrschaft entzogen worden.

Die dritte Meinung ist die Vermuthung derjenigen, welche, indem sie gewahr werden, daß das Meer sich von den meisten Ufern in langen Zeiten merklich zurück zieht und große Strecken, die vordem im Grunde des Meeres lagen, in trocken Land verwandelt, entweder eine wirkliche Verzehrung dieses flüssigen Elements durch eine Art der Transformation in einen festen Zustand besorgen, oder andere Ursachen befürchten, die den Regen, der aus dessen Ausdünstungen bestehet, hindern, wiederum dahin zurück zu kehren, woher er erhoben worden.

Die vierte und letzte Meinung kann derjenigen ihre sein, die einen allgemeinen Weltgeist, ein unfühlbares, aber überall wirksames Principium als das geheime Triebwerk der Natur annehmen, dessen subtile Materie durch unaufhörliche Zeugungen beständig verzehret würde, daher die Natur in Gefahr stünde, bei dessen Verminderung in einer allmähligen Ermattung alt zu werden und zu ersterben.

Diese Meinungen sind es, die ich zuvörderst kürzlich prüfen und dann diejenige gründen will, welche mir die wahre zu sein dünket.

Wofern es mit der ersten Meinung seine Richtigkeit hätte, so würde folgen, daß alles Salz, womit die Gewässer des Oceans und aller mittelländischen Meere geschwängert sind, vordem mit dem Erdreich, welches das feste Land bedecket, vermischet gewesen und, indem es, durch den Regen aus demselben ausgewaschen, durch die Flüsse dahin abgeführet worden, auch beständig auf die gleiche Art noch hineingebracht werde. Allein zum Glücke vor die Erde und zum Widerspiel vor diejenige, die vermittelst einer solchen Hypothese die Salzigkeit des Meeres durch eine leichte Erklärung begreiflich zu machen gedenken, findet man bei genauer Prüfung diese Vermuthung ungegründet. Denn vorausgesetzt: daß die mittlere Quantität des Regenwassers, was in einem Jahr auf die Erde fällt,

18 Zoll hoch sei, welches diejenige Menge ist, die in der temperirten Zone beobachtet worden, und daß alle Flüsse von dem Regenwasser entspringen und genährt werden, imgleichen daß von dem Regen, der auf das feste Land fällt, nur zwei Drittel durch die Flüsse wiederum ins Meer komme, ein Drittel aber theils verdunstet, theils zum Wachsthum der Pflanzen angewandt wird, endlich, daß das Meer nur die Hälfte der Oberfläche der Erde einnehme, welches das mindeste ist, das man annehmen kann, so wird man die angeführte Meinung in die vortheilhafteste Bedingungen versetzt haben, und dennoch werden alle Ströme des Erdbodens in das Meer in einem Jahre nur 1 Schuh Wasser hineinbringen und würden es, wenn man die mittlere Tiefe desselben auch nur hundert Klafter annimmt, dennoch allererst in 600 Jahren voll machen, nachdem die Ausdünstung selbiges in eben so viel Jahren völlig ausgetrocknet hätte. Nach dieser Rechnung wäre der Ocean durch den Einfluß aller Bäche und Ströme nun schon seit der Schöpfung zehnmal voll geworden; das Salz aber, das von diesen Flüssen nach der Ausdünstung zurückgeblieben, könnte nur zehnmal so viel austragen, als dasjenige, womit es natürlicher Weise begabt ist; woraus folgen müßte, daß, um den Grad der Salzigkeit des Meeres herauszubekommen, man einen Kubikschuh Flußwasser nur zehnmal dürfe abdünsten lassen, worauf dessen zurückgebliebenes Salz eben so viel, als eine gleiche Quantität Meerwasser nach einer einzelnen Abdünstung zurück läßt, austragen würde; welches gar zu weit von der Wahrscheinlichkeit entfernt ist, als daß es auch nur einen Unwissenden überreden könnte, weil nach Wallerii Rechnung das Wasser in der Nordsee an den Orten, wo wenige Flüsse ins Meer fallen, den zehnten, bisweilen den siebenten, im Bottnischen Meerbusen, wo selbiges sehr mit dem süßen Flußwasser verdünnet ist, dennoch den vierzigsten Theil Salz in sich enthält. Die Erde ist also auf diesen Fuß hinlänglich gesichert, durch den Regen und die Flüsse ihr Salz und Fruchtbarkeit nicht zu verlieren. Es ist vielmehr zu vermuthen, daß das Meer, anstatt das feste Land seiner salzigen Theile

zu berauben, selbigem eher von den seinigen mittheile; denn obgleich die Ausdünstung das grobe Salz zurück läßt, so erhebt es doch einen Theil desjenigen, das flüchtig geworden, welches zusammt den Dünsten über das feste Land geführet wird und dem Regen diejenige Fruchtbarkeit ertheilet, dazu dieser selbst vor dem Fließwasser vorzüglich geschickt ist.

Die andere Meinung hat einen größeren Grad der Glaubwürdigkeit und stimmet mit sich selber viel besser überein. Manfred, der sie in dem Commentario des Bologneser Instituts so gelehrt als vorsichtig abgehandelt, und dessen Ausführung in dem allgemeinen Magazin der Natur zu finden ist, mag bei Prüfung derselben ihr allein das Wort reden. Er bemerket, daß der alte Fußboden der Kathedralkirche zu Ravenna, welcher unter dem neuen, mit Schutte bedeckt, angetroffen wird, 8 Zoll niedriger als die Wasserwage des Meeres sei, wenn selbiges Fluth hat, und daher zu der Zeit ihrer Erbauung, wenn das Meer damals nicht niedriger, als jetzo gewesen, bei jeder Fluth hätte müssen unter Wasser gesetzt werden, weil die alten Zeugnisse beweisen, daß das Meer dazumal bis an diese Stadt gegangen sei. Er führet zur Bestätigung seiner Meinung, daß die Höhe des Meeres beständig zugenommen habe, den Fußboden der St. Markus-Kirche zu Venedig an, der jetzo so niedrig ist, daß, wenn die Lagune angeschwollen, sowohl der St. Markus-Platz bisweilen überschwemmet, als auch er selber unter Wasser gesetzt wird; da doch nicht zu vermuthen stehet, daß bei ihrer Erbauung es schon also bewandt gewesen sein werde. Imgleichen beruft er sich auf die marmorne Bank, die um das Rathhaus St. Marci geführet worden vermuthlich den Schifffahrenden zu Gute, um zu Fuße in ihre Fahrzeuge zu kommen, welche zu diesem Zwecke nunmehro beinahe untauglich geworden, weil sie zur Zeit der ordentlichen Fluth einen halben Schuh tief unter Wasser stehet; daß also aus den angeführten Merkmalen erhelle, das Meer müsse anjetzt eine größere Höhe als in vorigen Zeiten erlangt haben. Diese Meinung zu erklären, behauptet er, daß die Flüsse den Schlamm, womit sie zur Zeit ihres Anschwellens angefüllet sind, und den

die Regenbäche von den Höhen des festen Landes abgespület haben, in das Meer schleppen und dadurch den Boden desselben erhöhen, wodurch dasselbe genöthigt werde, sich zu erheben, nach dem Maße als sein Bett allmählig ausgefüllet worden. Um das Maß dieser Erhöhung des Meeres mit derjenigen, die die wirkliche Merkmale an die Hand geben, einstimmig zu machen, suchte er die Quantität des Schlammes zu schätzen, die die Ströme, wenn sie trüb fließen, mit sich führen, indem er gegen das Ende des Hornungs das Wasser des Stroms, der bei Bononien fließet, schöpfte und, nachdem er die Erde sich hatte setzen lassen, sie $^1/_{174}$ des Wassers, welches selbige in sich gehalten, befand. Hieraus und aus der Menge des Wassers, welches die Ströme in einem Jahre ins Meer führen, bestimmte er die Höhe, auf welche das Meer durch diese Ursache allmählig steigen sollte, so daß es in 348 Jahren auf 5 Zoll müßte höher befunden werden.

Durch die Betrachtung, welche wir von der marmornen Bank um das St. Markus-Rathhaus zu Venedig angeführet haben, und durch das Verlangen, ein Maß zu haben, die Größe seiner übrigen Bemerkungen dadurch zu bestimmen, wurde Manfred bewogen, die vorerwähnte Erhöhung der Meeresfläche so weit zu vermehren, daß sie in 230 Jahren einen Fuß austrüge, weil, wie er behauptet, die Flüsse außer der zarten Erde, die ihre Wasser trübe macht, noch viel Sand, Steine u. d. g. mit sich ins Meer schleppen. Auf diesen Fuß würde das Unglück der Erde mit ziemlich schnellen Schritten herbeirücken, obgleich er doch noch mit ihr behutsamer handelt als Hartsöcker, der aus der gleichen Beobachtung beim Rheinstrom der Erde das Schicksal ankündigt, daß innerhalb 10 000 Jahren ihr bewohnbarer Theil müsse weggespült sein, das Meer alles bedecken und nichts als die kahle Felsen aus demselben hervorragen; woraus man sich auf den Grad des Verfalls in einer etwas mindern Zeit, z. E. von 2000 Jahren, leichtlich die Rechnung machen kann.

Der wahre Fehler dieser Meinung besteht nur in dem Mehr oder Weniger; sonst ist sie im Grunde

richtig. Es ist an dem, daß der Regen und die Flüsse das Erdreich abspülen und ins Meer führen; allein es ist weit gefehlt, daß sie es in so großem Grade thun sollten, als der Verfasser vermuthet. Er nahm willkürlich an, daß die Ströme das ganze Jahr über so trübe fließen, als sie es in denjenigen Tagen thun, da der von den Gebirgen abthauende Schnee die heftige Gießbäche verursacht, welche das Erdreich anzugreifen die volle Gewalt haben, und da das Erdreich selber völlig durchnetzt und durch die vorigte Winterkälte mürbe genug geworden, um so leicht als möglich weggespült zu werden. Wenn er diese Behutsamkeit zugleich mit der Aufmerksamkeit verbunden hätte, die er auf den Unterscheid der Flüsse hätte haben sollen, deren diejenige, die von Gebirgen unterhalten werden, wegen der Gewalt der Gießbäche, welche sich in sie vergießen, mehr geraubte Erde als andere, die von dem platten Lande ernährt werden, in sich halten, so würde sich seine Rechnung so sehr verringert haben, daß er den Anschlag vermuthlich hätte fahren lassen, die Erklärung der beobachteten Veränderungen darauf zu gründen. Wenn man endlich hiebei noch erwägt, daß das Meer durch eben diese Bewegung, weswegen man ihm beimißt, daß es nichts Todtes bei sich leide, nämlich durch die beständige Abführung aller Materie, die nicht gleichen Grad der Beweglichkeit hat, an die Ufer, diesen Schlamm nicht auf seinem Grunde sich häufen lasse, sondern ihn unverzüglich an das feste Land absetze und es damit vermehre, so würde die Furcht, den Schlauch des Meeres damit ausgefüllet zu sehen, sich in eine gegründete Hoffnung verwandelt haben, durch den Raub der hohen Gegenden an den Seeufern beständig neu Land zu überkommen; denn in der That, in allen Meerbusen, z. E. in demjenigen, so den Namen des rothen Meeres führet, imgleichen im Venetianischen Golfo, ziehet sich das Meer von der Spitze allmählig zurück, und das trockene Land macht an dem Reiche des Neptuns beständig neue Erwerbungen; an statt daß, wenn die Vermuthung des erwähnten Naturforschers gegründet wäre, sich das Gewässer immer mehr über die Ufer ausbreiten und das

trockne Erdreich unter dem nassen Elemente begraben würde.

Was aber die Ursache der Erniedrigung der Gegenden am Ufer des adriatischen Meeres betrifft, so wollte ich (wofern es wirklich damit seine Richtigkeit hat, daß es nicht immer so gewesen), deshalb mich lieber an eine Beschaffenheit des Landes wenden, die Italien vor vielen andern besonders hat. Wir wissen nämlich, daß die Grundfeste dieses Landes untergewölbt sei, und daß die Erdbeben, ob sie gleich vornehmlich in dem untern Italien wüthen, dennoch auch bei dem obern ihre Gewalt auslassen und durch ihre Erstreckung in weite Gegenden, ja sogar bis unter die Meere hinweg die zusammenhängende unterirdische Höhlungen zu erkennen geben. Wenn nun die Erschütterung der unterirdischen Entzündungen die Grundfeste derselben zu bewegen vermögend ist und sie schon oft bewegt hat, ist es nicht zu vermuthen, daß die Rinde nach vielen heftigen Anfällen einigermaßen sich gesenkt habe und in Ansehung der Meeresfläche könne niedriger geworden sein?

Die dritte Meinung, welche die Vermehrung des trocknen Landes und Verringerung der Gewässer auf dem Erdboden als einen Vorboten ihres Verderbens ansieht, hat eben so wohl anscheinende Gründe aus der Beobachtung als die vorige, aber weniger begreifliche Ursache, sie zu erklären. Denn es ist gewiß, daß, obgleich es scheinen möchte, das Meer, wenn es an einer Seite das feste Land gleich allmählig trocknen läßt, bemächtige sich davor wieder anderer Gegenden, in welche es sich hineinarbeitet, und halte sich im Ganzen schadlos, dennoch, wenn man es genau erwäget, weit größere Strecken von dem Meere entblößt werden, als diejenige sind, über die es sich ausbreitet. Vornehmlich verläßt das Meer die niedrigen Gegenden und nagt an den hohen Ufern, weil diese seinem Anfall vornehmlich ausgesetzt sind und die erstern selbigen durch eine gelinde Abschießigkeit vereiteln. Dieses allein könnte einen Beweis abgeben, daß die Meeresfläche sich überhaupt nicht mehr und mehr erhebe; denn man würde den Unterscheid am deutlichsten an den Ufern spüren,

da das Land mit gringem Abfall sich zum Boden des Meeres allmählig erniedrigt; daselbst würden 10 Fuß Erhöhung des Wassers dem festen Lande viel abgewinnen. Da es sich vielmehr ganz entgegen verhält, und, indem das Meer diejenige Dämme, die es vordem aufgeworfen hat und über die es ohne Zweifel damals weg gegangen ist, nun nicht mehr erreicht, dies beweiset, daß es seitdem niedriger geworden; wie z. E. die 2 preußischen Nehrungen, die Dünen an den holländischen und englischen Küsten nichts anders, als Sandhügel sind, die das Meer ehedem aufgetrieben hat, die aber anjetzt als Schutzwehren wider dasselbe dienen, nachdem solches die Höhe nicht mehr erreichet, sie zu übersteigen.

Soll man aber, um dieses Phänomenon in seiner vollen Gültigkeit zu lassen, zu einer wirklichen Verschwindung des flüssigen Elements und Verwandlung desselben in einen festen Zustand, oder zu einer Versiegung des Regenwassers in das Innere der Erde, oder zu einer stets zunehmenden Vertiefung des Bettes der See durch dessen unaufhörliche Bewegung seine Zuflucht nehmen? Der erstere Grund würde wohl den mindesten Antheil an einer merklichen Veränderung haben, ob er gleich nicht so sehr, wie es scheinet, einer gesunden Naturwissenschaft widerstreitet. Denn gleichwie andere flüssige Materien bisweilen einen festen Stand annehmen, ohne dennoch ihr Wesen zu verlieren, z. E. Quecksilber, welches in den Versuchen des Borhaave die Gestalt eines rothen Pulvers annimmt, die Luft, die Hales in allen vegetabilischen Productis, vornehmlich dem Weinstein, als einen festen Körper angetroffen hat, so thut ohne Zweifel dieses das Wasser gleichfalls, dessen Theile in der Bildung der Pflanzen ihre Flüssigkeit abzulegen scheinen, so daß das allerausgetrocknetste zerriebene Holz bei chemischer Auflösung doch immer Wasser von sich giebt, woraus es nicht unwahrscheinlich wird, daß ein Theil der Gewässer des Erdbodens zu der Bildung der Gewächse verwandt wird und nimmer in das Meer zurückkehrt. Allein zum wenigsten kann diese Abnahme nicht merklich werden. Der zweite Grund kann gleichfalls in absolutem Verstande nicht

in Abrede gezogen werden. Das Regenwasser, welches die Erde in sich ziehet, sinket zwar in dieser nur vornehmlich so tief, bis es etwas dichtere Schichten findet, die es nicht durchlassen und es nöthigen nach dem Abhange derselben einen Ausgang zu suchen und Quellen zu unterhalten. Allein es wird jederzeit etwas von demselben durch alle Schichten bis zu den felsichten sich hinunterseigen und auch in diesen durch ihre Ritze dringen und diejenige unterirdische Wasser sammlen, welche bei Gelegenheit einiger Erdbeben zuweilen hervorgebrochen sind und Länder überschwemmt haben. *) Dieser Verlust des Meerwassers könnte vielleicht nicht unbeträchtlich sein und verdiente genauer erwogen zu werden. Allein der dritte Grund scheinet wohl den größten und unstrittigsten Antheil an der verminderten Höhe des Meeres zu haben, welche immer abnehmen muß, je tiefer dieses sein Bette ausarbeitet, wiewohl auf diese Art nicht der geringste Schritt zum Verderben der Erde zu besorgen ist.

Welches ist denn das Resultat der Prüfung, die über die bisher vorgetragene Meinungen angestellt worden? Wir haben die drei erstere verneinend entschieden. Das Erdreich verliert keine Salzigkeit durch das Abspülen des Regens und der Bäche; die fette Erde wird nicht durch die Flüsse mit unersetzlichem Verlust in das Meer geschleppet, um es endlich auszufüllen und die Gewässer desselben über das bewohnte Land wiederum zu erheben. Sie führen in der That demselben den Raub der hohen Gegenden zu; allein dieses bedienet sich desselben, um ihn wiederum an den Ufern des festen Landes abzusetzen, und die Unterhaltung und Bildung der Vegetabilien kostet dem Meere einen wirklichen Aufwand ausgedunstetes Wassers, wovon ein namhafter Theil den flüssigen Zustand abzulegen und das Erdreich wegen seines Verlusts schadlos zu halten scheinet. Endlich hat die Vermuthung von der wirklichen Abnahme der

*) Siehe der Königl. Akad. der Wissensch. zu Paris physische Abhandlungen; von Steinwehrsche Übers. 2ter Band. p. 246.

Gewässer des Oceans ungeachtet ihrer Wahrscheinlichkeit doch noch nicht genugsam gegründete Zuverlässigkeit, um in einer sichern Hypothese einen entscheidenden Ausspruch zu veranlassen. Es bleibet also in Ansehung der Veränderung der Gestalt der Erde eine einzige Ursache übrig, worauf man mit Gewißheit rechnen kann, welche darin bestehet, daß der Regen und die Bäche, indem sie das Erdreich beständig angreifen und von den hohen Gegenden in die niederen abspülen, die Höhen nach und nach eben zu machen und, so viel an ihnen ist, die Gestalt der Erde ihrer Unebenheiten zu berauben trachten. Diese Wirkung ist gewiß und zuverlässig. Das Erdreich ist dieser Veränderung auch so lange unausgesetzt unterworfen, so lange es an dem Abhange der hohen Theile Materien giebt, welche von dem Regenwasser angegriffen und weggespült werden können, und die Erde wird von derselben nicht eher frei sein, als bis nach weggespülten lockeren Schichten die felsichte Grundlagen derselben die einzige Höhen ausmachen werden, die keine Veränderung mehr erleiden. Diese Veränderung ist nicht allein wegen der Versetzung der Schichten, davon die fruchtbarsten unter den todten versenkt und begraben werden, sondern vielmehr wegen der Aufhebung der nützlichen Eintheilung des festen Landes in Thäler und Höhen die besorgliche Ursache ihres bevorstehenden Verderbens. Wenn man die gegenwärtige Einrichtung des festen Landes ansiehet, so wird man mit Bewunderung eine regelmäßige Beziehung der erhabenen Gegenden gegen die tiefen gewahr, daß das Erdreich in weiten Strecken sich mit gemäßigtem Abhange nach dem Schlauche eines Flusses neiget, der die größte Tiefe des Thals einnimmt und nach dessen Erstreckung eine ebenmäßige fortgehende Abschießigkeit bis zu dem Meere hin hat, darin solcher sein Wasser ausleeret. Diese wohlgeordnete Verfassung, die das feste Land von dem Überflusse des Regenwassers befreiet, beruhet sehr auf den Grad ihrer Größe, damit weder ein gar zu großer Abfall das Wasser, welches zur Fruchtbarkeit angewandt werden soll, zu schnell abführe, noch eine gar zu gringe Ab-

schießigkeit es zum Schaden derselben zu lange darauf ruhen und sich häufen lasse. Allein diese vortheilhafte Bestimmung leidet durch die stets währende Wirkung des Regens beständigen Abbruch; indem derselbe die Höhen vermindert und dadurch, daß er die abgerissene Materien in die niedrigen Gegenden führet, die Gestalt der Erden allmählig der Beschaffenheit nähert, die sie haben würde, wenn alle Ungleichheiten der Oberfläche verschwunden wären, und das ohne Abzug sich häufende Wasser, das der Regen über den Erdboden führet, den Schoß derselben durchweichen und die bewohnbare Verfassung zernichten würde. Ich habe schon angemerkt, daß die Vollendung des Veraltens der Erde, ob sie gleich in langen Zeiten kaum merklich werden kann, dennoch ein gegründeter und wissenswürdiger Vorwurf der philosophischen Betrachtung sei, darin das Gringe nicht mehr gring oder nichtswürdig ist, welches durch unaufhörliche Summirungen eine wichtige Veränderung beständig näher herbeiführet, und in der das Verderben nichts anders, als Zeit brauchet, um vollständig zu werden. Man kann indessen nicht sagen, daß die Schritte zu dieser Veränderung ganz und gar nicht zu merken wären. Wenn die Höhen beständig abnehmen, so wird der Zufluß des Wassers in die niedere Gegenden, welcher Landseen oder auch Ströme unterhält, immer vermindert werden. Diese werden an der Abnahme ihrer Größe die Zeugnisse solcher Veränderung mit sich führen. In der That wird man an allen Landseen Merkmaale finden, daß sie sich vordem weiter erstreckt haben. Der hohe Theil von Preußen ist ein rechtes Land voll Seen. Man wird nicht leicht einen von denselben sehen, da man nicht neben ihnen große anstoßende Ebenen sollte gewahr werden, die so wassergleich sind, daß man nicht zweifeln kann, sie hätten vordem auch zu dem See gehöret und sein nur nach und nach trocken gelassen worden, nachdem dieser sich weiter zurück gezogen, weil sein Gewässer sich allmählig verringert hat. Um ein Beispiel anzuführen: so hat nach sichern Zeugnissen vor Alters der Drausensee bis an die Stadt Preußisch-Holland gereichet und Gelegenheit zur Schiffahrt daselbst ge-

geben, der anjetzt sich auf eine Meile davon zurückgezogen hat, aber sein vormaliges Bette durch eine lange Ebene, die beinahe wassergleich ist, und deren vormalige erhöhete Ufer zu beiden Seiten gesehen werden, annoch deutlich bezeichnet. Diese allmählige Veränderung ist also so zu reden ein Theil eines fortschreitenden Verhältnisses, dessen letztes Glied fast unendlich weit von dem Anfange absteht und vielleicht niemals erreicht wird, weil die Offenbarung der Erde, die wir bewohnen, ein plötzliches Schicksal vorherverkündiget, dessen Ausführung ihre Dauer mitten im Wohlstande unterbrechen und ihr nicht Zeit lassen soll, durch unmerkliche Stufen der Abänderung zu veralten und so zu reden einen natürlichen Tod zu leiden.

Ich bin indessen den verschiedenen Meinungen, die man von dem Veralten der Erde aufwerfen kann, noch die Beurtheilung der vierten schuldig: ob sich nicht die stets wirksame Kraft, welche gewissermaßen das Leben der Natur macht, und die, wiewohl sie nicht sichtbar in die Augen fällt, dennoch bei allen Zeugungen und der Ökonomie aller drei Naturreiche geschäftig ist, nach und nach erschöpfe und dadurch das Veralten der Natur verursache. Diejenige, die in diesem Verstande einen allgemeinen Weltgeist annehmen, verstehen darunter keine unmaterielle Kraft, keine Seele der Welt oder plastische Naturen, die Geschöpfe der kühnen Einbildungskraft, sondern eine subtile, aber überall wirksame Materie, die bei den Bildungen der Natur das active Principium ausmacht und als ein wahrer Proteus bereit ist, alle Gestalten und Formen anzunehmen. Eine solche Vorstellung ist einer gesunden Naturwissenschaft und der Beobachtung nicht so sehr entgegen, als man wohl denken sollte. Wenn man erwäget, daß die Natur in dem Pflanzenreiche den kräftigsten und geistigen Theil in ein gewisses Öl gelegt hat, dessen Zähigkeit seine Flüchtigkeit befestiget, und dessen Beraubung entweder durch die Ausdüftung oder chemische Kunstgriffe keinen merklichen Verlust des Gewichts verursacht, obgleich das Zurückgebliebene alsdenn nichts als eine todte Masse ist; wenn man diesen Spiritus

Rector, wie ihn die Chemici nennen, diese fünfte Essenz, die das specifische Unterscheidungszeichen eines jeden Gewächses ausmacht, erwäget, wie er allenthalben gleich leicht durch einerlei Nahrungsmittel, nämlich durch reines Wasser und Luft, erzeuget werde, wenn man die so berufene flüchtige Säure, die allenthalben in der Luft ausgebreitet ist, die das active Principium in den meisten Arten der Salze, das wesentliche Theil des Schwefels und das vornehmste in dem Brennbaren des Feuers ausmacht, deren Anziehungs- und Zurückstoßungskräfte sich bei der Elektricität so deutlich offenbaren, welche so geschickt ist, die Federkraft der Luft zu bezwingen und Bildungen zu veranlassen; wenn man diesen Proteus der Natur erwäget, so wird man bewogen, eine überall wirksame subtile Materie, einen sogenannten Weltgeist, mit Wahrscheinlichkeit zu vermuthen, aber auch zu besorgen, daß die unaufhörliche Zeugungen vielleicht immer mehr von demselben verzehren, als die Zerstörung der Naturbildungen zurückliefert, und daß die Natur vielleicht durch den Aufwand derselben beständig etwas von ihrer Kraft einbüße.

Wenn ich den Trieb der alten Völker zu großen Dingen, den Enthusiasmus der Ehrbegierde, der Tugend und der Freiheitsliebe, der sie mit hohen Begriffen begeisterte und sie über sich selbst erhob, mit der gemäßigten und kaltsinnigen Beschaffenheit unserer Zeiten vergleiche, so finde ich zwar Ursache unsern Jahrhunderten zu einer solchen Veränderung Glück zu wünschen, welche der Sittenlehre sowohl, als den Wissenschaften gleich einträglich ist, aber ich gerathe doch in Versuchung zu vermuthen, daß vielleicht dieses Merkmale einer gewissen Erkaltung desjenigen Feuers sein, welches die menschliche Natur belebte, und dessen Heftigkeit eben so fruchtbar an Ausschweifungen als schönen Wirkungen war. Wenn ich dagegen in Erwägung ziehe, wie großen Einfluß die Regierungsart, die Unterweisung und das Exempel in die Gemüthsverfassung und die Sitten habe, so zweifle ich, ob dergleichen zweideutige Merkmale Beweisthümer einer wirklichen Veränderung der Natur abgeben können.

Ich habe demnach die aufgeworfene Frage von dem Veralten der Erde nicht entscheidend, wie es der unternehmende Geist eines kühnen Naturforschers erheischen würde, sondern prüfend, wie es die Beschaffenheit des Vorwurfs selber mit sich bringet, abgehandelt. Ich habe den Begriff richtiger zu bestimmen gesucht, den man sich von dieser Veränderung zu machen hat. Es können noch andere Ursachen sein, die durch einen plötzlichen Umsturz der Erde ihren Untergang zu wege bringen könnten. Denn ohne der Kometen zu gedenken, deren man sich zu allen außerordentlichen Schicksalen seit einiger Zeit bequem zu bedienen gewußt hat, so scheinet in dem Inwendigen der Erde selber das Reich des Vulcans und ein großer Vorrath entzündeter und feuriger Materie verborgen zu sein, welche unter der obersten Rinde vielleicht immer mehr und mehr überhand nimmt, die Feuerschätze häufet und an der Grundfeste der obersten Gewölber naget, deren etwa verhängter Einsturz das flammende Element über die Oberfläche führen und ihren Untergang im Feuer verursachen könnte. Allein dergleichen Zufälle gehören eben so wenig zu der Frage des Veraltens der Erde, als man bei der Erwägung, durch welche Wege ein Gebäude veralte, die Erdbeben oder Feuersbrünste in Betrachtung zu ziehen hat.

VI.

Kurzgefaßte Darstellung einiger Betrachtungen

über

das Feuer,

welche als Probearbeit, behufs geneigter Zulassung zum Examen, Einer hochgeehrten philosophischen Facultät unterthänigst überreicht

Immanuel Kant,

der Philosophie Beflissener aus Königsberg in Preußen.

Königsberg, den 17. April 1755.

Zweck der Schrift.

Ich habe nicht die Absicht, einen Gegenstand, welcher genügenden Stoff für einen starken Band liefern würde, auf wenigen Seiten zu erschöpfen. Die kurzen Betrachtungen, welche ich hier der geneigten Prüfung Einer hochgeehrten philosophischen Facultät gleichsam nur andeutungsweise überreiche, sollen blos die Grundlinien einer Theorie sein, welche mir den Stoff zu einer ausführlicheren Abhandlung bieten werden, sobald ich die dazu nöthige Muße gefunden habe. Überall habe ich mich sorgfältig gehütet, einer hypothetischen und willkürlichen Beweisführung, wie es wohl zu geschehen pflegt, zu viel Raum zu geben; vielmehr bin ich nach Möglichkeit sorgfältig dem leitenden Faden der Erfahrung und der Geometrie gefolgt, ohne welchen man aus dem Labyrinth der Natur kaum den Ausgang findet. Da die Kraft des Feuers sich vorzüglich in der Verdünnung der Körper und in Auflösung von deren Verbindungen erkennbar macht, so schien es mir einer methodischen und vernunftgemäßen Behandlung zu entsprechen, wenn ich Einiges über den Zusammenhang des Stoffes und über die Natur des Flüssigen vorausschickte.

Erster Abschnitt.

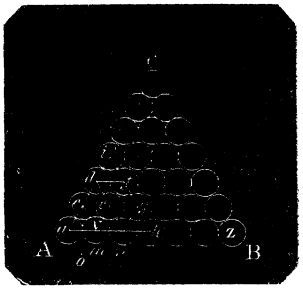
Über die Natur der harten und flüssigen Körper.

Lehrsatz I.

Die Flüssigkeit der Körper kann nicht aus der Theilung des Stoffes in sehr kleine glatte Theilchen, die nur ganz lose zusammenhängen, erklärt werden, wie die meisten Naturfor-

scher nach dem Vorgange von Descartes es thun.

Das Dreieck *ABC* soll den Längsschnitt eines kegelförmigen Haufens von kleinsten kugelförmigen Theilchen vorstellen. Ich sage nun, daß dieser Haufe unter solchen Umständen keine wagerechte Oberfläche bilden wird, wie dies bei Flüssigkeiten notwendig geschehen würde. Denn von den Theilchen *e*, *c*, *g*, *d*, *f*, *i*, die auf den darunterliegenden *A*, *m*, *n*, *h* aufliegen, wird jedes einzelne von letzteren umfaßt; sie werden deshalb ihre Lage nicht verändern, wenn sie die andern nicht nach links oder rechts wegtreiben. Nun ist die Kraft *va*, womit das obere Theilchen durch



seine Schwere drückt und das Theilchen *a* nach rechts stößt, in Folge der Zusammensetzung der Kräfte, nur gleich seiner halben Schwere *co*, und dies gilt ebenso für alle andern Elemente des ganzen Haufens. Hieraus erhellt, daß, wenn den äußersten Körperchen *a* und *z* nur irgend eine Kraft entgegensteht, alsdann der Haufen in der Ebene an seiner Oberfläche keine wagerechte, sondern eine kugelartige Gestalt annehmen wird, wie es mit dem feinen Sand in einer Sanduhr oder irgend einem anderen Stoff, der in sehr feinen Staub zerrieben ist, geschieht.

Lehrsatz II.

Ein Haufen von noch so feinen und noch so schwach zusammenhängenden Theilchen

wird dem statischen Gesetz nicht Genüge leisten und keinen Druck gegen die Seiten ausüben, welcher seiner Höhe entspricht. Er entbehrt also des wesentlichen Merkmals des Flüssigen, wenn die Theilchen einander nicht vermittelst eines elastischen Zwischenstoffes drücken, mit dessen Hülfe sie die Kraft ihrer Schwere gleichmäßig nach allen Richtungen hin mittheilen können.

Denn aus dem vorgehenden Lehrsatze erhellt, daß die aufgehäuften und unmittelbar sich drückenden Theilchen seitlich nicht einen ihrer Höhe entsprechenden Druck ausüben; deshalb muß sich zwischen den elementaren Theilen des Flüssigen ein anderer Stoff befinden, durch dessen Vermittelung sie das Gewicht ihrer Schwere gleichmäßig nach allen Richtungen hin vertheilen können. Ein solcher Stoff, der, wenn er irgendwo gedrückt wird, sich anderswohin mit gleicher Kraft auszudehnen strebt, heißt gewöhnlich elastisch, und es müssen also die festen Theilchen des Flüssigen nicht unmittelbar auf einander, sondern auf einem ihnen beigemischten elastischen Stoff aufliegen, mit dessen Hülfe der ganze obere Druck der Kräfte mit gleicher Stärke nach den Seiten wirkt.

Ich werde bald beweisen, daß dieser elastische Stoff, welcher sich zwischen den Elementen des Flüssigen befindet, nur der Wärmestoff ist.

Lehrsatz III.

Die harten Körper werden, ebenso wie die flüssigen, in ihren kleinsten Theilchen nicht durch unmittelbare Berührung derselben zusammengehalten, sondern auch durch die Vermittelung eines elastischen Stoffes.

Die flüssigen Körper hängen, wie erwiesen worden, vermittelst eines elastischen Stoffes zusammen. Da nun die Metalle, wenn sie aus dem flüssigen Zustande in den harten übergehen, wie andere Körper dieser Art, proportional zur abnehmenden Wärme ein immer kleineres Volumen einnehmen und sich in allen Richtungen verdichten, so erhellt, daß ihre dichten Theil-

chen nicht durch unmittelbare Berührung mit einander verbunden sind, weil ihnen sonst der Raum dazu fehlen würde, um sich einander immer mehr zu nähern. Es müssen deshalb auch die harten Körper zwischen ihren Theilchen einen Stoff eingemengt enthalten, vermittelst dessen diese Theilchen, ohne einander zu berühren, sich doch gegenseitig anziehen, oder, wenn man lieber will, zusammenhängen, und es müssen daher die harten Körper in dieser Rücksicht mit dem Flüssigen übereinstimmen.

Lehrsatz IV.

Vermittelst dieses erwähnten Stoffes, durch den die Elemente eines Körpers, obgleich sie einander nicht berühren, sich doch gegenseitig anziehen, sind die Erscheinungen der harten Körper zu erklären.

Die harten Körper, namentlich wenn sie, wie die Metalle und das Glas, aus dem flüssigen Zustande in den harten übergegangen sind, haben das Eigenthümliche und höchst Merkwürdige, daß sie durch ein angehängtes Gewicht sich ein wenig ausdehnen, ohne zu brechen; und zwar in der Weise, daß sie das Gewicht, dem sie im Zustande der engsten Annäherung ihrer Theilchen nachgeben, schon durch eine geringe Entfernung dieser Theilchen von einander tragen können, daß sie aber bei dem größten Grade ihrer Ausdehnung auch das verhältnißmäßig größte Gewicht zu tragen vermögen. Diese Erscheinung läßt sich nach meiner Ansicht nicht durch eine unmittelbare Berührung der dichten Theilchen der Körper erklären. Denn die Theilchen eines Metallfadens mögen entweder in der Weise wie Figur 1 aneinanderliegen, oder zur möglichsten Vermeidung leerer Zwischenräume in der Art, wie bei Figur 2, oder wie Parallelopipeda, die sich mit ihren Oberflächen berühren, wie in Figur 3; so daß bei Anhängung des Gewichtes die kleinen Räume *a*, *o*, *i*, *e* u. s. w. sich zwar aus der Berührung lösen, aber doch mit den übrigen Oberflächen in Zusammenhang bleiben, so erhellt, daß, wenn das angehängte Gewicht einen solchen Metall-

faden auch nur ein wenig in seiner Länge ausdehnt, bei der ersten Annahme, Figur 1, die Theile sofort von einander abreißen werden, da sie nicht mehr mit einander zusammenhängen. Meint man aber, daß die zur Seite liegenden Theilchen *a*, *b*, *c*, *d*, bei ihrer Ausdehnung in die Länge, ins Innere eintreten und so das Zerreißen verhindern würden, so wäre doch damit die Dicke des Fadens ein wenig geringer geworden und die Theilchen würden dem Gewichte, dem sie schon vorher nachgegeben haben, noch weniger Widerstand leisten können. Bei der dritten Annahme, Fig. 3, wo diese Theilchen sich mit ihrer ganzen Oberfläche berührt hatten, ist klar, daß da, wo diese

Fig. 1.

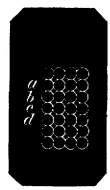
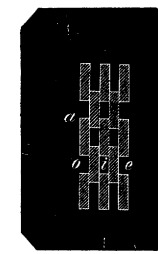


Fig. 2.

Fig. 3.

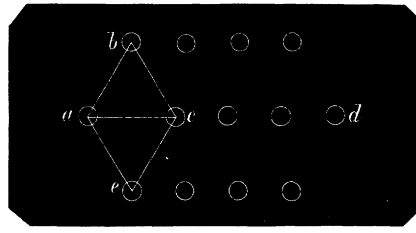


Theilchen sich nur noch mit einem Theile ihrer Oberflächen berühren, sie durch das Gewicht gänzlich getrennt werden würden. Hiernach kann in allen Fällen, die man aufstellen mag, der Faden sich nicht ausdehnen, ohne gleichzeitig zu zerreißen. Da nun dies der Erfahrung widerstreitet, so erhellt, daß die Elemente der harten Körper nicht durch unmittelbare Berührung, sondern vermöge eines gewissen Stoffes einander auch noch in einer bestimmten Entfernung anziehen.

Ich will es daher wagen, diese Erscheinung bei den harten Körpern nach meiner Hypothese gemäß den beobachteten Naturgesetzen und den Regeln der Geometrie zu erklären. Wenn ein Körper, der aus dem flüssigen Zustande in den harten übergeht, eine

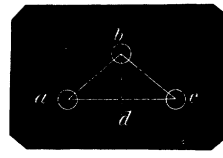
solche Lage seiner Elemente annimmt, daß ein elastischer Zwischenstoff sie an der gegenseitigen Berührung hindert und drei Elemente immer ein gleichseitiges Dreieck bilden, wie es die Figur 4 zeigt (eine solche Stellung aber werden die Theilchen immer erstreben, wenn sie sich durch ihre Anziehung in den

Fig. 4.



kleinsten Raum zusammenziehen), so muß, wenn das angehängte Gewicht das System dieser Theilchen nach der Richtung *ad* zieht, der Abstand der Elemente *a* und *c* größer werden, wie Figur 5 zeigt, während die Entfernungen *ab* und *bc* dieselben bleiben werden.

Fig. 5.



Denn das Element *b* nähert sich dem Punkte *d* so, daß es mit den beiden Elementen *a* und *c* einen größeren Winkel, als vorher (Figur 4) einschließt. Auf diese Weise bleibt die Dichtigkeit des eingemengten elastischen Zwischenstoffes unvermindert (weil der von dem ausgedehnten Körper eingenommene Raum eigentlich nicht größer geworden ist), und deshalb wird die Anziehung, oder wenn man lieber will, der Zusammenhang der Elemente *a* und *c* infolge dieses Bandes nicht

vermindert sein. Dagegen ist die Anziehung des Elementes *b*, soweit sie *a* und *c* verbindet, nach der Ausdehnung oder nach der gegenseitigen Entfernung der Elemente *a* und *c* der Linie *ad*, Figur 5, proportional, während sie früher wegen des kleineren Winkels, Figur 4, schwächer war. Also wächst die Kraft, wodurch die Elemente, nachdem die Ausdehnung erfolgt ist, von dem Zerreißen abgehalten werden, und zwar im geraden Verhältniß der Linie *ad*, d. h. nach der Größe der Ausdehnung.

Lehrsatz V.

Das Gesetz, wonach erfahrungsgemäß die Räume bei der Zusammendrückung elastischer Körper den Kräften proportional sind, stimmt genau mit der von mir aufgestellten Hypothese.

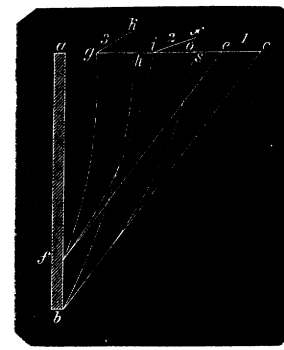
Was man bei harten Körpern gemeinhin eine Zusammendrückung nennt, sollte eher eine Ausweitung oder Ausdehnung genannt werden, denn es leuchtet von selbst ein, daß harte Stoffe viel weniger wie das Wasser durch Druck auf einen engern Raum zusammengepreßt werden können. Es soll also ein elastischer Körper *f, e, c, b*, Figur 1, in die Mauer *ab* in *fb* fest eingefügt sein und dann so gegen die Mauer gedrückt werden, daß er in die Lage *ixfb* kommt. Ich behaupte nun zunächst, daß der äußere Rand des elastischen Körpers *bc* auf diese Weise etwas ausgedehnt werde und daß mit der Zunahme dieser seiner Ausdehnung auch die drückende Kraft in diesem Falle zuzunehmen streben wird. Ferner werden die Kräfte, durch welche der elastische Körper dem Orte seiner Befestigung *ab* näher gebracht wird, nach den von mir aufgestellten Sätzen sich wie diese Entfernungen verhalten, so lange der Druck ein mäßiger bleibt.

Wenn daher der elastische Körper durch eine drückende Kraft in die 2te Lage und um das Stück *cs* der Mauer näher gebracht wird, so wird der Abschnitt *ec* die Lage *ix* erhalten. Wenn man nun quer durch den Körper die Linie *is* dem Abschnitt *ec* parallel zieht, so wird $if = so = cm$, und xo ist durch

die Ausdehnung um den Theil xs größer geworden, als der Rand cm. Fährt man nun mit diesem Druck fort, bis der elastische Körper in die dritte Lage $gkfb$ gebracht ist, und zieht man gh ebenfalls parallel zu cc, so wird die Größe der Ausdehnung kh größer, als die Ausdehnung xs sein. Aus dem oben Dargelegten erhellt, daß die 3te Lage eine stärker drückende Kraft verlangt, als die 2te.

Indeß ist nun zu ermitteln, wie die Kräfte sich zu den Räumen verhalten, in welchen die Körper zusammengedrückt worden. Der Rand xb der 2ten Lage

Fig. 1.



ist zwar ein wenig eingebogen; indeß kann er bei mäßigem Druck für geradlinig gelten; ebenso die Linie kb der 3ten Lage. Man nehme ferner an, daß der wagerechte Durchschnitt des elastischen Körpers cc, no. 1, bei seiner Überführung in die andern Lagen durch die Punkte i und g geht, was man hier ohne Irrthum thun kann, weil dies bei einem mäßigen Druck der Wahrheit sehr nahe bleibt. Hiernach ist in dem Dreieck ixs der Winkel x = dem Winkel c, weil der Abschnitt des elastischen Körpers derselbe ist wie im ersten Falle, und der Winkel s seinem Wechselwinkel o gleich ist; mithin sind die Dreiecke scb und ixs einander ähnlich. Ebenso verhält sich bei dem

Dreieck gkh, no. 3, Alles wie bei dem Dreieck hcb, und daraus ergiebt sich folgender Schluß:

$$\begin{array}{ll} ux : xs & = bc : sc \\ kh : gk\ (= ix) & = hc : bc \\ \hline xs : kh & = sc : hc, \end{array}$$

d. h. die Größen xs und kh, um welche der äußerste Rand bc des elastischen Körpers ausgedehnt wird, verhalten sich wie die Räume der Zusammendrückung sc und hc.

Da nun nach Lehrsatz IV. feststeht, daß bei meiner Hypothese die ausdehnenden Kräfte mit der Größe der Ausdehnung in gleichem Verhältnisse stehen müssen, so erhellt für diesen Fall, daß die den elastischen Körper zusammendrückenden Kräfte sich wie die Räume der Zusammendrückung verhalten. — Diese meine Ergebnisse bestätigen vortrefflich das, was De la Hire in den Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Paris (Monum. R. A. Sc. Paris) im Jahre 1705 über die beobachteten Zusammendrückungen elastischer Körper veröffentlicht hat. Bei genauer Prüfung wird man kaum eine andere Hypothese aufstellen können, die mit diesen Beobachtungen so genau und passend übereinstimmte.

Allgemeiner Zusatz.

Jeder Körper also wird, wenn ich Recht habe, in seinen festen Theilen vermittelst eines elastischen Stoffes wie durch ein Band zusammengehalten. Die elementaren Theilchen ziehen sich, obgleich sie durch diesen eingemengten Stoff an ihrer unmittelbaren Berührung gehindert sind, doch vermittelst desselben an und werden sicherlich weit fester mit einander verbunden, als es durch die unmittelbare Berührung geschehen könnte. Denn die Berührung der Theilchen, die meist rund sind, kann daher nur an einem Punkte stattfinden und muß deshalb ungleich schwächer als ein Zusammenhang sein, der sich über ihre ganze Oberfläche erstreckt. Daher kann die Lage der einzelnen Elemente sich ändern, ohne daß ihr Zusammenhang

aufgehoben wird, und es erhellt zugleich, wie mit theilweiser Beseitigung dieses einenden Stoffes die Elemente näher aneinander rücken und das Volumen des Körpers vermindern können, und wie umgekehrt, bei Vermehrung der Menge dieses Stoffes oder seiner Elastizität, der Körper an Volumen zunehmen und seine Theilchen sich von einander ohne Verlust des Zusammenhanges entfernen können, welche Umstände für die Lehre vom Feuer von der größten Bedeutung sind.

Zweiter Abschnitt.

Über den Stoff des Feuers und seine Modificationen, die Hitze und Kälte.

Lehrsatz VI.

Eine Erfahrung.

Die Gegenwart des Feuers macht sich zunächst durch die Verdünnung aller sowohl flüssiger wie harter Körper bemerkbar, und zwar nach allen Richtungen; sodann, wenn der Zusammenhang allmählich geschwächt ist, durch Auflösung dieses Zusammenhanges der Körper und endlich durch Zerstreuung ihrer Theile in Dampf. Dagegen vermindert die Kälte den Umfang der Körper, vermehrt den Zusammenhang, macht das Dehnbare und Biegsame spröde und das Flüssige hart. Die Wärme wird hauptsächlich bei harten und spröden Körpern durch Reiben oder Schlagen erzeugt. — Sie kann in keinem Körper ins Unendliche zunehmen. Kein Körper, der bei seinem Warmwerden zu wallen beginnt, kann den Wärmegrad des Kochens übersteigen; wenn er sich aber beim Verbrennen entflammt, so erreicht er meist einen höheren Wärmegrad.

Die übrigen wichtigern Erscheinungen der Wärme erwähne ich hier nicht, da sie zum Theil in dem Folgenden vorkommen werden.

Lehrsatz VII.

Der Stoff des Feuers ist nur ein elastischer Stoff, den ich im vorigen Abschnitt beschrieben habe, welcher die Elemente jedweden Körpers, mit dem er vermengt ist, zusammenhält; seine wellenförmige oder zitternde Bewegung ist das, was man Wärme nennt.

Die Erfahrung lehrt (Lehrsatz VI.), daß jeder geriebene oder gestoßene Körper warm wird und sich nach allen Richtungen hin verdünnt. Dies beweist die Gegenwart eines elastischen Stoffes, der in der Masse des Körpers enthalten ist und in Folge dieser Anregungen sich auszudehnen strebt. Ferner enthält jeder Körper, nach dem im ersten Abschnitt Bewiesenen, einen elastischen Stoff, der in seinen Zwischenräumen eingeschlossen ist und die Theilchen verbindet; derselbe kann daher in eine Wellenbewegung gebracht werden, alle Erscheinungen des Feuers hervorbringen, und kann deshalb von dem Stoff des Feuers nicht unterschieden sein.

Dasselbe wird aus der Erscheinung des Aufwallens bewiesen.

Die durch die Wärme verflüssigten Körper sind, wenn sie durch Verstärkung des Feuers zum Kochen gebracht worden sind, keines höheren Wärmegrades mehr fähig; sie entsenden in diesem Zustande große elastische Blasen, welche den Druck der Atmosphäre ertragen können und ihm daher gleichkommen, und dies geschieht unaufhörlich, so lange das Feuer dazu drängt. Da diese Blasen keine elastische Luft enthalten und da nur der Feuerstoff in den durch die Wärme gesättigten Körper eindringt, so entsteht die Frage: weshalb wird dieser elastische Stoff, da doch die Wärme vor dem Kochen ebenfalls in das Wasser eingedrungen war und da er sich außer einigen Luftblasen durch Nichts bemerkbar machte, nun plötzlich im Moment des Kochens ausgesendet. Indeß kann man leicht einsehen, daß derselbe elastische Stoff, den

wir Feuer nennen, und der vorher wie jetzt gleichmäßig zwischen der Masse der heiß werdenden Flüssigkeit enthalten ist, obwohl er das Volumen des Körpers ein wenig ausgedehnt hat, so lange durch die Anziehung der Körperelemente festgehalten und zusammengedrückt wurde und dadurch hängen blieb, als er in Verbindung mit der Kraft der Wellenbewegung noch nicht stärker als die Anziehung der Elemente war; ist er aber so kräftig geworden, daß er diese Anziehung durch seine elastische Kraft überwindet, so erhellt, daß aller Feuerstoff, der nun hinzutritt, vermöge seiner nun freien Elastizität sofort, nachdem er eingetreten, durch die Flüssigkeit hindurchgehen wird, wie das aus dem Druck des Feuerstoffes innerhalb jedes heißen Körpers folgt. Es ist deshalb hier nichts vorhanden, was einen Zweifel gegen meine Hypothese erwecken könnte.

Lehrsatz VIII.

Der Wärmestoff ist nichts Anderes als der Äther (oder Lichtstoff), welcher durch die starke Anziehung (oder Adhäsion) der Körper in deren Zwischenräumen zusammengepreßt ist.

Zunächst ziehen alle dichten Körper das Licht in ungeheurer Stärke an, wie Newton aus den Erscheinungen der Refraction und Brechung des Lichts dargelegt hat. Es geschieht dies in so starkem Maaße, daß nach den Berechnungen dieses unvergleichlichen Mannes die Kraft der Anziehung in einer an die Berührung grenzenden Nähe die Schwerkraft zehntausend Billionen mal übertrifft. Da nun der Lichtstoff elastisch ist, so unterliegt es keinem Zweifel, daß er durch diese ungeheure Kraft auch in etwas kleinere Räume gebracht, d. h. zusammengepreßt werden kann, und da die Theilchen der Körper dem Lichtstoffe überall begegnen, so liegt nichts Ungereimtes in der Annahme, daß jener elastische Stoff, den ich in den Körpern nachgewiesen habe, sich in nichts von diesem Äther unterscheide.

Sodann bemerkt man, daß dieselben Stoffe, welche

sich vorzugsweise durch eine starke Fähigkeit, das Licht zurückzuwerfen, auszeichnen, wenn man Feuer in ihre Nähe bringt, auch zur Aufnahme einer großen Wärme geeignet sind. Damit offenbaren sie, daß dieselbe Anziehung, welche das Licht mit sich zu verbinden strebt, auch den mit ihr auf das innigste geeinten Feuerstoff festhält. Denn die Öle, welche nach den Versuchen Newton's und Anderer die Lichtstrahlen durch ihre Kraft viel stärker brechen, d. i. anziehen, als es ihrer specifischen Schwere entspricht, sind auch eines ihre specifische Schwere weit übersteigenden Grades der Siedehitze fähig, wie z. E. das Therebinthen-Öl u. a. Öle sind nun auch die eigenthümlichen Ernährer der Flamme, und da sie in diesem Zustande das Licht nach allen Richtungen aussenden, so beweisen sie damit, daß der Stoff der Wärme und des Lichts in hohem Grade mit einander übereinstimmen oder sich vielmehr nicht unterscheiden.

Ebendasselbe wird durch die Durchsichtigkeit des Glases wahrscheinlich.

Wenn man der Hypothese beitritt, die den Gesetzen der Natur am meisten entspricht und kürzlich durch den berühmten Euler in neuer Weise gestützt worden ist, wonach das Licht kein Ausfluß der leuchtenden Körper ist, sondern ein sich fortpflanzender Druck des überall verbreiteten Äthers, und wenn man den Ursprung der Durchsichtigkeit des Glases erwägt, so wird man einräumen müssen, daß dieser Äther offenbar mit dem Stoffe des Feuers verwandt oder vielmehr identisch ist; denn das Glas ist nur Potasche, d. h. es besteht aus Asche, die durch die Kraft des Feuers mit einem starken alkalischen Salze und Sand zusammengeschmolzen ist. Da nun dies Aschensalz die Vereinigung des Feuerstoffes durch langes und starkes Brennen mit sich unterstützt, und wenn es sich mit dem Sand mischt, dieses elastische Feuerprinzip durch die ganze Masse des Glases verbreitet, da es ferner nicht wahrscheinlich ist, daß ein solcher Körper, wenn er aus dem flüssigen Zustande in den harten übergeht, nach allen Richtungen hin immer offene

und geradlinige Durchgänge behufs Durchlassung des Lichtes haben wird, und es eher mit der Vernunft übereinstimmen würde, daß sein Volumen mit eigenem Stoff erfüllt sei, so erhellt, daß, wenn dessenungeachtet der Stoff des Lichtes sich durch die Glasmasse fortpflanzt, der Lichtstoff den Glastheilen selbst eingemengt sein und einen Theil des ganzen Stoffes mit ausmachen muß. Da nun aber, wie wir gesehen, der Feuerstoff einen beträchtlichen Theil des Glases ausmachen und reichlich zwischen dessen dichten Elementen zerstreut sein muß, so ist es kaum zweifelhaft, daß der Stoff der Wärme mit dem Äther, d. h. mit dem Elemente des Lichts derselbe ist.

Lehrsatz IX.

Den Grad der Wärme zu messen; d. h. das Verhältniß der verschiedenen Wärmegrade zu einander in Zahlen auszudrücken.

Amontons, das berühmte Mitglied der Pariser Akademie, hat zuerst die Auflösung dieser Aufgabe folgendermaßen gezeigt. Da die Kraft des Feuers sich wesentlich in der Verdünnung der Körper geltend macht, so scheint es passend, die Größe jener durch eine zusammendrückende Kraft, welche sich dieser Verdünnung entgegenstellt, zu messen. Da man nun bei der Luft bemerkt, daß sie, wenn ihre Wärme auch noch so sehr vermindert wird, jeder drückenden Kraft nachgiebt und im Umfange abnimmt, man also mit Recht ihre ganze Elastizität blos von der Wärme ableiten kann, so rieth jener berühmte Mann auf Grund dieser Annahme, den Grad der Wärme durch die elastische Kraft der dieser Wärme ausgesetzten Luft zu messen, d. h. durch ein Gewicht, welches die Luft von gleicher Wärme bei gleicher Raumerfüllung zu tragen vermag.

Anmerkung.

Fahrenheit bemerkte nach dem Bericht von Boerhave zuerst die Eigenthümlichkeit der durch das Feuer in Kochen gerathenden Flüssigkeiten, wonach dieser Wärmegrad bei einem größeren Druck

der Atmosphäre größer wird, während der Siedepunkt bei einem geringen Luftdruck schon bei einem niedrigeren Wärmegrad eintritt. Dasselbe hat Monnier nach dem Bericht der Pariser Akademie gefunden, als er mit einem Thermometer nach Réaumur zuerst in Bordeaux und dann auf dem Gipfel des Pic du midi, wo das Barometer acht Zoll tiefer stand als an jenem Orte, die Wärme des kochenden Wassers und die Höhe des Siedepunktes über dem Gefrierpunkt untersuchte. Den Gefrierpunkt fand er an beiden Orten gleich; dagegen war der Siedepunkt auf dem Berge um $^{15}/_{180}$ der Höhe niedriger, um welche der Siedepunkt des Wassers in Bordeaux den Eispunkt bei 28 Zoll hohem Barometerstande überstieg. Hiernach ist die Wärme des Siedepunktes hier um $^1/_{12}$ größer als die des Siedepunktes auf dem Berge, welches Mehr durch ein Mehrgewicht von ungefähr $^1/_3$ des Gewichts der Atmosphäre herbeigeführt wird. Daraus erhellt, daß die Entfernung des großen Gewichts der Atmosphäre dem kochenden Wasser $^1/_4$ der Wärme, welche zwischen dem Siedepunkte und Gefrierpunkte liegt, entziehen würde. Da man sonach dem kochenden Wasser durch Aufhebung des Luftdrucks einen schwächern, durch Hinzufügung dieses Druckes aber einen größeren Wärmegrad ertheilen kann, und das Gewicht der Atmosphäre nichts weiter thut, als ein Gegengewicht gegen die Wellenbewegung der Feuertheilchen zu bilden, wenn die Anziehung der Elemente des Wassers selbst dazu nicht mehr zureicht, so kann man daraus abnehmen, mit welcher elastischen Kraft der Äther bei dem Siedepunkte sich aus der Verbindung des Wassers zu lösen strebt, und durch welche Anziehung der Elemente (und wo diese fehlt, durch welchen äußern Druck) er zurückgehalten werden muß. Denn da nach dem erwähnten Amontons die Wärme des Gefrier- und die des Siedepunktes kaum um $^1/_3$ dieses Druckes unterschieden sind, und da der vierte Theil dieser Wärme, welche den Unterschied zwischen dem Siedepunkt und Gefrierpunkt bildet, eine Kraft erfordert, die dem ganzen Gewicht der Atmosphäre gleich kommt, so folgt, daß es eines Gewichts von 12 Atmosphären bedarf, um der ganzen Wärme des Aufkochens das

Gleichgewicht zu halten, und daß daher die Anziehung der Elemente des Wassers dem Drucke von 11 Atmosphären gleich kommt. Hieraus kann man die Anziehung derselben in dem Gefrierpunkte und noch vielmehr die ungeheure Anziehung der Metalle behufs Zusammendrückung des elastischen Äthers entnehmen.

Secondat stellte dieselbe Beobachtung an und fand die Verdünnung des Wassers auf dem erwähnten Berge größer, und in Bordeaux geringer, im Verhältniß von $^1/_{24}$ des ganzen Volumens zu $^1/_{35}$ desselben, und wenn die Rechnung hiernach ausgeführt wird, genau in dem entsprechenden Verhältniß des Gewichts der Atmosphäre von 20 : 28. In diesem erwähnten Falle hat also der hartnäckige Widerstand des Wassers gegen jede Zusammendrückung, welche von der Cimentinischen Akademie durch Versuche festgestellt worden ist, nicht statt.

Lehrsatz X.

Die Natur und Ursache der Verdunstung oder des Dampfes aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

Die Natur der Dämpfe.

Die Ausdünstungen, die nur aus den feuchten Theilchen bestehen, welche sich von der Oberfläche der Flüssigkeiten abtrennen und in der Luft schwimmen, haben die eigenthümliche und beinahe wunderbare Natur, daß, so sehr auch die Theilchen einer gleichartigen Flüssigkeit, wenn sie mit einander in Berührung kommen, sich begierig vereinen und von selbst in eine Masse zusammenfließen, sie dennoch, wenn sie sich einmal bis zur Feinheit des Dampfes aufgelöst haben und von dem nöthigen Wärmegrad erregt sind, der Berührung und gegenseitigen Vereinigung entfliehen und, um mich des Ausdruckes von Newton zu bedienen, einander kräftig zurückstoßen, so daß keine so starke Kraft gefunden werden kann, die sie zusammenpressen und sie gegen ihr Bestreben

zur Vereinigung treiben könnte. So zerbricht der Wasserdampf, wenn er von dem Feuer etwas bewegt ist, selbst die festesten Gefäße, und alle Dämpfe überhaupt entwickeln, je nach ihrer Natur, oft eine wunderbare Elastizität.

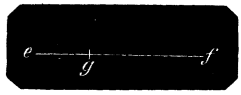
Die Ursache.

Der Grund dieser Erscheinung ist, wenigstens wie mir scheint, von den Naturforschern noch nicht genügend erkannt worden; ich versuche deshalb, ihn zu ermitteln.

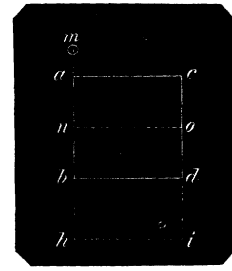
Die feinsten Häutchen, die sich von der Oberfläche des Wassers losreißen und zu Bläschen gestalten, die man kaum durch das Mikroscop erkennen kann, sind die Elemente des Wasserdampfes. Was ist nun die Ursache, daß mehrere solcher feinen Bläschen bei etwas starker Erregung durch die Wärme, ihre Berührung so sehr fliehen? Ich werde es sogleich erklären. Nach den Sätzen meiner Theorie hält das Wasser ebenso, wie alle anderen Körper, in seiner Masse den elastischen Stoff des Äthers, in einem durch Anziehung zusammengedrückten Zustande, fest; auch erhellt aus den früheren Beweisen, daß diese Anziehung nicht blos für die Berührung, sondern auch für eine gewisse Entfernung definiert ist, so daß die Theilchen bei dem entsprechenden Punkte der Annäherung gegenseitig an einander gebunden bleiben, wenn die anziehende Kraft der abstoßenden, aus der Wellenbewegung der Wärme hervorgehenden Kraft das Gleichgewicht hält, sollte sie sich auch an sich auf eine etwas größere Entfernung erstrecken. Diese Entfernung soll durch die kleine Linie *ef*, no. 1, ausgedrückt sein, die man sich sehr klein vorzustellen hat, und die Nähe der so verbundenen Wassertheilchen soll dem kleinen Stück *eg* proportional sein. Das Parallelopipedum *abcd*, no. 2, soll ferner eine kleine Menge Wasser vorstellen, dessen Dicke *ba* so groß ist, daß sie der Linie *ef* gleich ist. Da nach den Voraussetzungen des Lehrsatzes die Anziehung der Wasserelemente nicht über die Entfernung $ba = ef$ hinausgeht, so wird das im Punkte *a* befindliche Ele-

ment die Anziehung aller durch die ganze Dicke vertheilten Elemente empfinden und daher so fest, als es die Natur des Flüssigen gestattet, hängen, und diese Adhäsion würde auch nicht fester werden, wenn man dieser Wassermenge noch eine andere *bhid* hinzufügte. Wird aber das Element nur um ein kleines Stückchen, *am*, entfernt, so wird es nicht von der ganzen Wassermenge, sondern nur von dem Theile *anoc* angezogen und würde deshalb mit geringer Kraft nach einer Vereinigung streben. Wenn das Parallelopiped, no. 2, in ein anderes, viel kleineres *hkrs*, no. 3, umgewandelt wird, so wird jedes Wassertheilchen,

Nr. 1.



Nr. 2.

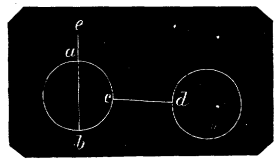


das dem Punkt *h* genähert wird, viel schwächer angezogen werden, und da selbst der in diesen Häutchen enthaltene Äther bei der so vergrößerten Oberfläche sich größtentheils befreien wird, so erhellt, daß in diesem Zustande das Element *u*, welches durch das Hin- und Herwogen der Wärme in Bewegung gesetzt worden, von dem Punkte *h* viel weiter abgeführt werden wird, als es unter der vorigen Bedingung geschehen mußte; und je feiner das Häutchen ist, mit desto größerer Kraft wird es der Berührung auszuweichen suchen. Da ferner das dünne Häutchen *hkrs* in dieser Gestalt, sich selbst überlassen, sich sofort in Kugelgestalt umwandeln würde, und nachdem so die Dicke von allen Seiten zugenommen hätte, die Kraft erhielte, sich mit andern in derselben Nähe, wie vorher, zu vereinigen, so muß es sich noth-

wendig, wenn es sich selbst das Merkmal des Dampfes erhalten will, in die Form einer Blase verwandeln (no 4), und zwar mit einem verminderten Durchmesser *ab* und einer kleineren Dicke, so daß die Entfernung der Punkte *a* und *b*, die sich an den Enden des Durchmessers befinden, geringer ist als die Entfernung *be*, bei welcher sich diese Punkte durch die abstoßende Kraft des Äthers, die der anziehenden Kraft gleich käme, gegenseitig in Ruhe halten würden, wenn es ihnen frei stände, sich auszudehnen. In diesem Zustande wird deshalb die

Nr. 3.

Nr. 4.



Blase sich auszudehnen streben und ein Element des elastischen Dampfes bilden. Der Abstand *cd* zweier gleichartiger Bläschen wird immer dem Durchmesser *ab* gleich sein, wie aus dem Erwiesenen erhellt.

Lehrsatz XI.

Die Natur der Luft und die Ursache ihres elastischen Prinzips zu ermitteln.

Die Luft ist eine elastische Flüssigkeit und beinahe tausendmal leichter als das Wasser; ihre ausdehnende Kraft ist der Wärme proportional, und ihre Ausdehnung vom Gefrierpunkte des Wassers bis zum Siedepunkte beträgt bei gleichem Druck der Atmosphäre ohngefähr ein Drittel von dem Volumen des Anfangszustandes. Diese Erscheinungen haben nichts an sich, was nicht auch anderen Dämpfen zukommen könnte, ausgenommen, daß sich die meisten Dämpfe bei einem Kältegrad, bei dem die Luft ihre Elasticität unvermindert beibehält, verdichten und kein Zeichen einer ausdehnenden Kraft mehr an sich tragen. Wenn man

indeß bedenkt, daß die Feinheit des Dampfhäutchens mit die Ursache sein kann, daß die Luft selbst bei einem geringeren Wärmegrad eine erhebliche Elasticität zu zeigen vermag, so erhellt, daß man die Hülfe der Analogie hier nicht sofort leichtsinnig und vorschnell aufgeben darf, sondern vielmehr versuchen muß, ob man nicht zweierlei aus demselben Prinzip ableiten und damit eine zu große Vermehrung der Prinzipien vermeiden könne. Die Erscheinungen, welche uns hier das Licht der Hypothese vorantragen, sind folgende:

Alle Körper, welche aus der Zusammenfügung kleinster Theilchen vermittelst eines öligen oder salzigen Prinzips gebildet sind, z. B. alle Pflanzen, der Weingeist, die Blasensteine, ferner sehr viele Salze, namentlich der Salpeter, entlassen eine ungeheure Menge elastischer Luft, wenn sie einem starken Feuer ausgesetzt werden, wie Hales in seiner Statik der Pflanzen durch merkwürdige Versuche dargelegt hat. Es hat sich ergeben, daß diese Luft einen erheblichen Theil des festen Stoffes bildet, mit dem sie verbunden ist; so bildet sie im Hirschhorn $^1/_7$, im Eichenholz ungefähr $^1/_3$, im Rheinischen Weingeist $^1/_3$, im Salpeter $^1/_8$, im thierischen Weinstein, d. h. in dem Blasenstein bei den Menschen mehr als $^1/_2$ der ganzen Masse. Selbstverständlich hat die aus diesen Körpern durch das Feuer ausgetriebene Luft, so lange sie ein Theil der Masse war, noch nicht die Natur der Luft gehabt, d. h. sie war noch keine Flüssigkeit, welche eine ihrer Dichtigkeit proportionale Elasticität besaß; denn sonst würde sie sich durch die Kraft einer nur mittleren Wärme unaufhaltsam in einen größern Raum ausgedehnt und den ganzen Zusammenhang des Körpers vernichtet haben. Also zeigt der aus den Zwischenräumen des Körpers herausgetriebene Stoff, der bis dahin nicht elastisch war, die Elasticität erst, wenn er frei geworden. Da es aber gerade die Eigenthümlichkeit der Dämpfe ausmacht, daß sie nach Trennung von der Masse, mit der sie vereinigt waren, die elastische Kraft zeigen, so kann man, wenn auch nicht mit voller Gewißheit, doch mit großer Wahrscheinlichkeit behaupten, daß die Luft nur jener aus

den Körpern gelöste Dampf ist, der, wenn er die höchste Feinheit erreicht hat, jedem Wärmegrad leicht nachgiebt und eine kräftige Elasticität besitzt.

Vieles und Erhebliches befestiget mich in dieser Ansicht; denn weshalb wird nur aus Körpern, welche eine bedeutende Menge von Öl, also auch von Säure in sich enthalten, die Luft durch Entzündung herausgetrieben? Ist nicht die Säure das stärkste und kräftigste Prinzip, das durch seine Anziehung den Äther zusammendrängt, wie ich oben dargelegt habe? Ist dieses Prinzip nicht das Band für jene konkreten Körper und gleichsam ihr Leim? (d. h. der wahre Magnet des Ätherstoffes, der alle Körper zusammenhält); und wenn diese Säure nur mit Mühe aus der engen Verbindung mit dem Stoffe durch eine sehr große Kraft des Feuers ausgetrieben wird, sollte der Stoff sich da nicht in die feinsten Häutchen sondern und trennen? Wie kann man also zweifeln, daß er auf diese Weise eine elastische Flüssigkeit bildet, die selbst bei dem geringsten Grad von Wärme zur Ausdehnung bereit ist und selbst bei der Zusammenziehung durch die größte Kälte (die ja niemals die Wärme ganz aufhebt) seine Elasticität nicht verliert? Damit ist also die Schwierigkeit beseitigt, die bei dem Wasserdampfe darin besteht, daß sich dieser bei einer geringen Kälte zusammenballt, und weshalb Hales die ausgetriebene Luft für einen Stoff hielt, der von der Natur der Dämpfe durchaus verschieden sei. Somit bietet sich hier den Naturforschern eine Annahme, welche im hohen Grade eine genaue Untersuchung verdient, nämlich, ob nicht die Luft nur die feinste Ausdünstung der durch die ganze äußere Natur verbreiteten Säure ist, die selbst bei dem geringsten Grade von Wärme noch Elasticität zeigt.

Wenigstens ist bei Zugrundelegung dieser Ansicht leicht einzusehen, weshalb der Salpeter, wenn er durch ein starkes Feuer erhitzt wird, eine so ungeheure Menge elastischer Luft aus sich entläßt; denn die feinste Säure, wenn sie sich von den gröberen Theilen trennt und in den feinsten Dampf umwandelt, wird selbst zu Luft. Ebenso erklärlich ist es, wes-

halb die Stoffe, welche dem Feuer am hartnäckigsten widerstehen, die größte Menge Luft erzeugen und aus sich entlassen; weshalb auch der Rheinische Weingeist mehr als der Salpeter hergiebt; denn von den Stoffen, die am langsamsten und mit dem meisten Widerstreben die in ihnen innerlich enthaltene Säure ausscheiden, trennt sich dieser in der Gestalt der feinsten Häutchen, so daß er einen so beweglichen elastischen Gegenstand bilden kann, wie die Luft ist. Wo dagegen der Dampf in größerem Maaße austritt, bleibt er auch gröber und kann bei steigender Kälte seine Elasticität nicht bewahren.

Die Übereinstimmung dieser Hypothese mit den Barometer-Beobachtungen.

Aus dieser Hypothese erklärt sich auch die allgemein als kaum erklärbar geltende Eigenthümlichkeit der Luft in größeren Höhen. Nach den Abhandlungen der Pariser Akademie (Monum. R. A. Sc. Paris) haben Marald, Cassini und Andere gefunden, daß das Mariottsche Gesetz, wonach die Zusammendrückung der Luft der Größe des Druckes proportional ist, in größeren Höhen nicht mehr gilt; vielmehr fanden sie, daß die Dichtigkeit der Luft geringer war, als sie in Vergleich mit dem Gewicht der niedern Luftschichten nach diesem Gesetz hätte sein sollen. Hieraus ergiebt sich, daß die höheren Luftschichten nicht aus Theilchen gleicher Art, die nur weniger zusammengedrückt sind, bestehen, sondern aus Elementen, die an sich specifisch leichter sind; denn es bedarf eines größern Volumens derselben, damit sie bei gleichem Druck dasselbe Gewicht behalten. Wenn sonach die Natur der Luft in den verschiedenen Höhen von verschiedener Substanz ist, ein Umstand, den man sonst bei andern Dingen derselben Gattung auf der Erde nicht antrifft, so erhellt, daß die Luft nicht für ein Element von besonderer Art, sondern nur als die Form gelten kann, unter der ein anderes Element, nämlich, meines Erachtens, die flüssige Säure sich offenbart. Nimmt man dies an, so kann es nicht auffallen, wenn gewisse Theilchen eines solchen Dampfes

(je nach der verschiedenen Dicke der Häutchen) schwerer als andere sind, und wenn die leichtesten die höchste Stelle einnehmen.

Lehrsatz XII.

Die Natur der Flamme aus den Sätzen meiner Theorie zu erklären.

1. Die Natur.

Die besondere Natur der Flamme, im Unterschied von andern Feuerarten, ist diese:

Jeder Körper brennt nur an der Oberfläche, und das Nährmittel der Flamme ist das Öl, mithin eine sehr heftige Säure, welche der elastischen Bewegung als Prinzip dient.

Die Flamme ist nur ein Dampf, welcher bis zu jenem Grade des Feuers gebracht ist, daß er mit hellem Licht erglüht und nur erlöscht, wenn ihm die Nahrung ausgeht. Folgende Umstände sind es nun, welche die Flamme von jeder andern Art des Feuers durchaus unterscheiden: 1. Während die Wärme, die einem beliebigen zu erwärmenden Körper zugeführt wird, nach dem allgemeinen Gesetz der Natur durch die Mittheilung sich allmählig vermindert, gewinnt umgekehrt die Flamme selbst bei dem kleinsten Anfang eine unglaubliche Kraft, die in keine Grenzen eingeschlossen ist, so lange ihr die Nahrung nicht fehlt. 2. Das Feuer, das irgend einem entzündlichen Stoffe durch Erwärmung bis zum Sieden zugeführt werden kann, ist viel schwächer als das, welches beim Verbrennen bemerkt wird. 3. Die Flamme verbreitet Licht, während die übrigen Körper, mit Ausnahme der Metalle, auch bei der stärksten Erhitzung ohne Licht bleiben.

2. Die Ermittlung der Ursache.

Der Grund dieser Erscheinungen ist, wenn ich richtig denke, folgender: Die Flamme besteht aus einem feurigen Dampfe, und zwar verwandelt sich nicht die ganze feste Masse in die Flamme, sondern es brennt eigentlich nur seine Oberfläche. Da nun der Dampf die größte Oberfläche und den geringsten Widerstand hat, um den Feuerstoff in sich zurückzu-

halten, so erhellt, daß er die schon durch den geringsten Anlaß empfangene wellenförmige Bewegung nicht allein sehr leicht fortpflanzen, sondern auch einem andern entzündlichen Stoffe ohne Rücksicht auf seine Größe in gleicher Stärke allmählich mittheilen kann. Allerdings widerspricht diese Erscheinung auf den ersten Blick dem Grundgesetze der Mechanik, wonach die Wirkung immer der Ursache gleich ist; indeß muß man erwägen, daß die erste Anregung selbst des kleinsten Funkens zur Erweckung der Flamme nichts andres bewirkt als daß ein kleinster Theil des entzündlichen Dampfes zu der wellenförmigen Bewegung seines feurigen Elementes angeregt wird. Jedes in dieser Weise angeregte Element befreit sich mit großer Gewalt und vollführt seine Schwingungen; dadurch erregt es auch die benachbarten und pflanzt auf diese Weise die Heftigkeit der Bewegung durch die ganze Masse fort. Es kann nicht auffallen, daß die Wirkung einer sehr kleinen Ursache hier zu einer außerordentlichen Größe ansteigt, weil die Elasticität des eingeschlossenen Äthers, der sich aus den Hemmungen der Anziehung befreit, auf diese Weise Wirkungen zeigt, welche die Bewegung der vorgehenden kleinen Flamme eigentlich nicht als die Ursache erkennen lassen; denn sie hängen eigentlich von der Anziehung des Öles ab, dessen feine Zertheilung dem eingeschlossenen Stoffe die Gelegenheit gewährt, sich mit großer Gewalt frei zu machen. Auch bildet der Dampf eine Flüssigkeit, welche wegen des nicht mehr zusammengehaltenen elastischen Äthers freiere Schwingungen ausführen kann, und der sich in Folge des auf diese Weise ausgestoßenen feurigen Stoffes mehr dazu eignete, theils die Körper zu erwärmen, theils mehr als andere feurige Körper Licht zu verbreiten.

Schluß.

Indeß beschließe ich hiermit meine kaum angefangene kleine Schrift und will die durch schwerere Pflichten gebundenen Männer nicht länger aufhalten. Ich bitte für diese kleine Arbeit und mich selbst um die Geneigtheit und das Wohlwollen der hochgeehrten philosophischen Fakultät.

VII.

Von den

Ursachen der Erderschütterungen

bei Gelegenheit des Unglücks,

welches

die westliche Länder von Europa

gegen das Ende des vorigen Jahres

betroffen hat.

1756.

Große Begebenheiten, die das Schicksal aller Menschen betreffen, erregen mit Recht diejenige rühmliche Neubegierde, die bei allem, was außerordentlich ist, aufwacht und nach den Ursachen derselben zu fragen pflegt. In solchem Falle soll die Verbindlichkeit gegen das Publicum den Naturforscher vermögen, von den Einsichten Rechenschaft zu thun, die ihm Beobachtung und Untersuchung gewähren können. Ich begebe mich der Ehre, dieser Pflicht in ihrem ganzen Umfange ein Gnüge zu leisten und überlasse sie demjenigen, wenn ein solcher aufstehen wird, der von sich rühmen kann, das Inwendige der Erde genau durchschaut zu haben. Meine Betrachtung wird nur ein Entwurf sein. Er wird, um mich frei zu erklären, fast alles enthalten, was man mit Wahrscheinlichkeit bis jetzo davon sagen kann, allein freilich nicht genug, um diejenige strenge Beurtheilung zufrieden zu stellen, die alles an dem Probirstein der mathematischen Gewißheit prüfet. Wir wohnen ruhig auf einem Boden, dessen Grundfeste zuweilen erschüttert wird. Wir bauen unbekümmert auf Gewölbern, deren Pfeiler hin und wieder wanken und mit dem Einsturze drohen. Unbesorgt wegen des Schicksals, welches vielleicht von uns selber nicht fern ist, geben wir statt der Furcht dem Mitleiden Platz, wenn wir die Verheerung gewahr werden, die das Verderben, das sich unter unsern Füßen verbirgt, in der Nachbarschaft anrichtet. Es ist ohne Zweifel eine Wohlthat der Vorsehung von der Furcht solcher Schicksale unangefochten zu sein, zu deren Hintertreibung alle mögliche Bekümmerniß nicht das Geringste beitragen kann, und unser wirkliches Leiden nicht durch die Furcht vor dasjenige zu vergrößern, was wir als möglich erkennen.

Das erste, was sich unserer Aufmerksamkeit darbietet, ist, daß der Boden, über dem wir uns befinden, hohl ist und seine Wölbungen fast in einem Zusammenhange durch weitgestreckte Gegenden sogar unterm Boden des Meeres fortlaufen. Ich führe desfalls keine Beispiele aus der Geschichte an; meine Absicht ist nicht eine Historie der Erdbeben zu liefern. Das fürchterliche Getöse, das wie das Toben eines unterirdischen Sturmwindes, oder wie das Fahren der Lastwagen über Steinpflaster bei vielen Erdbeben gehöret worden, die in weit ausgedehnte Länder zugleich fortgesetzte Wirkung derselben, davon Island und Lissabon, die durch ein Meer von mehr wie 4tehalb hundert deutsche Meilen abgesondert sind und an einem Tage in Bewegung gesetzet worden, ein unleugbares Zeugniß ablegen, alle diese Erscheinungen stimmen hierin überein, den Zusammenhang dieser unterirdischen Wölbungen zu bestätigen.

Ich müßte bis in die Geschichte der Erde im Chaos zurücke gehen, wenn ich etwas Begreifliches von der Ursache sagen sollte, die bei der Bildung der Erde den Ursprung dieser Höhlen veranlaßt hat. Solche Erklärungen haben nur gar zu viel Anschein von Erdichtungen, wenn man sie nicht in dem ganzen Umfange der Gründe, die ihre Glaubwürdigkeit enthalten, darstellen kann. Die Ursache mag aber sein, welche sie wolle, so ist es doch gewiß, daß die Richtung dieser Höhlen den Gebirgen und durch einen natürlichen Zusammenhang auch den großen Flüssen parallel ist; denn diese nehmen das unterste Theil eines langen Thals ein, das von beiden Seiten durch parallel laufende Gebirge beschränket wird. Eben dieselbe Richtung ist es auch, wornach die Erderschütterungen sich vornehmlich ausbreiten. In den Erdbeben, welche sich durch den größten Theil von Italien erstreckt haben, hat man an den Leuchtern in den Kirchen eine Bewegung von Norden fast gerade nach Süden wahrgenommen; und dieses neuliche Erdbeben hatte die Richtung von Westen nach Osten, welches auch die Hauptrichtung der Gebirge ist, die den höchsten Theil von Europa durchlaufen.

Wenn in so schrecklichen Zufällen den Menschen

erlaubt ist, einige Vorsicht zu gebrauchen, wenn es nicht als eine verwegene und vergebliche Bemühung angesehen wird, allgemeinen Drangsalen einige Anstalten entgegen zu setzen, die die Vernunft darbietet, sollte nicht der unglückliche Überrest von Lissabon Bedenken tragen, sich an demselben Flusse seiner Länge nach wiederum anzubauen, welcher die Richtung bezeichnet, nach welcher die Erderschütterung in diesem Lande natürlicher Weise geschehen muß? Gentil*) bezeuget, daß, wenn eine Stadt ihrer größten Länge nach durch ein Erdbeben, welches dieselbe Richtung hat, erschüttert wird, alle Häuser umgeworfen werden, anstatt daß, wenn die Richtung in die Breite geschieht, nur wenig umfallen. Die Ursache ist klar. Das Wanken des Bodens bringt die Gebäude aus der senkrechten Stellung. Wenn nun eine Reihe von Gebäuden von Osten nach Westen so in Schwankung gesetzt wird, so hat nicht allein ein jegliches seine eigene Last zu erhalten, sondern die westlichen drücken zugleich auf die östlichen und werfen sie dadurch ohnfehlbar über den Haufen, anstatt daß, wenn sie in der Breite, wo ein jegliches nur sein eigen Gleichgewicht zu erhalten hat, beweget werden, bei gleichen Umständen weniger Schaden geschehen muß. Das Unglück von Lissabon scheinet also durch seine Lage vergrößert zu sein, die es der Länge nach an dem Ufer des Tagus gehabt hat; und nach diesen Gründen müßte eine jede Stadt in einem Lande, wo die Erdbeben mehrmals empfunden werden, und wo man die Richtung derselben aus der Erfahrung abnehmen kann, nicht nach einer Richtung, die mit dieser gleichlaufend ist, angelegt werden. Allein in dergleichen Fällen ist der größte Theil der Menschen ganz anderer Meinung. Weil ihnen die Furcht das Nachdenken raubt, so glauben sie in so allgemeinen Unglücksfällen eine ganz andere Art von Übel wahrzunehmen, als diejenigen sind, gegen die man berechtigt ist, Vorsicht zu gebrauchen, und bilden sich

*) Gentils Reise um die Welt, nach Buffons Anführung. Eben derselbe bestätiget auch, daß die Richtung der Erdbeben fast jederzeit der Richtung großer Flüsse parallel laufe.

ein, die Härte des Schicksals durch eine blinde Unterwerfung zu mildern, womit sie sich selbigem auf Gnade und Ungnade überlassen.

Der Hauptstrich der Erdbeben geht in der Richtung der höchsten Gebirge fort, und es werden also diejenige Länder hauptsächlich erschüttert, die diesen nahe liegen, vornehmlich wenn sie zwischen zweien Reihen Berge eingeschlossen sind, als in welchem Falle die Erschütterungen von beiden Seiten sich ver-
10 einbaren. In einem platten Lande, welches nicht in einem Zusammenhange mit Gebirgen stehet, sind sie seltener und schwach. Darum sind Peru und Chili diejenige Länder, die fast unter allen in der Welt den häufigsten Erschütterungen unterworfen sind. Man beobachtet daselbst die Vorsicht, die Häuser aus 2 Stockwerken zu erbauen, wovon nur das unterste gemauert, das oberste aber von Rohr und leichtem Holze gemacht ist, um nicht darunter erschlagen zu werden. Italien, ja selbst die zum theil in der Eis-
20 zone befindliche Insel Island und andere hohe Gegenden von Europa beweisen diese Übereinstimmung. Das Erdbeben, welches sich in dem Monat December des verflossenen Jahres von Abend gegen Morgen durch Frankreich, Schweiz, Schwaben, Tyrol und Bayern ausbreitete, hielte vornehmlich den Strich der höchsten Gegenden dieses Welttheils. Man weiß aber auch, daß alle Hauptgebirge kreuzweise Nebenäste ausschießen. In diese breitet sich die unterirdische Entzündung auch nach und nach aus, und es ist diesem zu
30 Folge, nachdem es bei den hohen Gegenden der Schweizerberge angelanget, auch die Höhlen durchgelaufen, die dem Rheinstrome parallel bis in Niederdeutschland fortlaufen. Was mag die Ursache dieses Gesetzes sein, womit die Natur die Erdbeben vornehmlich an die hohen Gegenden verknüpfet? Wenn es ausgemacht ist, daß eine unterirdische Entzündung diese Erschütterungen verursacht, so kann man leicht erachten, daß, weil die Höhlen in gebirgigten Gegenden weitläuftiger sein, die Ausdämpfung brennbarer Dünste
40 daselbst freier, auch die Gemeinschaft mit der in den unterirdischen Gegenden verschlossenen Luft, die allemal zu Entzündungen unentbehrlich ist, ungehinderter

sein wird. Über dieses lehret die Kenntniß der inneren Naturbeschaffenheit des Erdbodens, so weit es Menschen erlaubt ist, sie zu entdecken, daß die Schichten in gebirgigten Gegenden bei weitem nicht so hoch aufliegen als in flachen Ländern, und der Widerstand der Erschütterung dorten also geringer als hier sei. Wenn man also frägt, ob auch unser Vaterland Ursache habe, diese Unglücksfälle zu befürchten, so würde ich, wenn ich den Beruf hätte, die Besserung der Sitten zu predigen, die Furcht davor um der allgemeinen Möglichkeit willen, die man freilich hiebei nicht in Abrede sein kann, in ihrem Werthe lassen; nun aber unter den Bewegungsgründen der Gottseligkeit diejenige, die von den Erdbeben hergenommen worden, ohne Zweifel die schwächsten sind, und meine Absicht nur ist, physische Gründe zur Vermuthung anzuführen, so wird man leicht aus dem Angeführten abnehmen können, daß, da Preußen nicht allein ein Land ohne Gebirge ist, sondern auch als eine Fortsetzung eines fast durch und durch flachen Landes angesehen werden muß, man eine größere Veranlassung habe, sich von den Anstalten der Vorsehung der entgegen gesetzten Hoffnung zu getrösten.

Es ist Zeit, etwas von der Ursache der Erderschütterungen anzuführen. Es ist einem Naturforscher etwas Leichtes, ihre Erscheinungen nachzuahmen. Man nimmt 25 Pfund Eisenfeilig, eben so viel Schwefel und vermengt es mit gemeinem Wasser, vergräbt diesen Teig einen oder anderthalb Fuß tief in die Erde und stößt dieselbe darüber fest zusammen. Nach Ablauf einiger Stunden sieht man einen dicken Dampf aufsteigen, die Erde wird erschüttert, und es brechen Flammen aus dem Grunde hervor. Man kann nicht zweifeln, daß die beiden erstere Materien in dem Innern der Erde häufig angetroffen werden, und das Wasser, das sich durch Spalten und Felsenritzen durchseigert, kann sie in Gährung bringen. Noch ein anderer Versuch liefert brennbare Dämpfe aus der Vermischung kalter Materien, die sich von selber entzünden. Zwei Quentchen Vitriolöl, mit 8 Quentchen gemeines Wassers vermischt, wenn man sie auf 2 Quentchen Eisenfeil gießt, bringen ein heftiges Auf-

brausen und Dämpfe hervor, die sich von selber entzünden. Wer kann zweifeln, daß die vitriolische Säure und Eisentheile in genugsamer Menge in dem Inneren der Erde enthalten sind? Wenn das Wasser nun hierzukommt und ihre gegenseitige Wirkung veranlaßt, so werden sie Dämpfe ausstoßen, die sich auszubreiten trachten, den Boden erschüttern und bei den Öffnungen feuerspeiender Berge in Flammen ausbrechen.

Man hat vorlängst wahrgenommen, daß ein Land von seinen heftigen Erschütterungen befreiet worden, wenn in seiner Nachbarschaft ein feuerspeiender Berg ausgebrochen, durch welchen die verschlossene Dämpfe einen Ausgang gewinnen können, und man weiß, daß um Neapolis die Erdbeben weit häufiger und fürchterlicher sind, wenn der Vesuv eine lange Zeit ruhig gewesen. Auf diese Weise dienet uns öftermals das, was uns in Schrecken setzt, zur Wohlthat, und ein feuerspeiender Berg, der sich in den Gebirgen von Portugal eröffnen würde, könnte ein Vorbote werden, daß das Unglück nach und nach sich entfernete.

Die heftige Wasserbewegung, die an dem unglücklichen Tage Aller Heiligen an so vielen Meeresküsten verspüret worden, ist in dieser Begebenheit der seltsamste Gegenstand der Bewunderung und Nachforschung. Daß die Erdbeben sich bis unter dem Meergrunde erstrecken und die Schiffe in so heftige Rüttelung versetzen, als wenn sie auf einem harten erschütterten Boden befestigt wären, ist eine gemeine Erfahrung. Allein so war in den Gegenden, da das Wasser in Aufwallung gerieth, keine Spur von einigem Erdbeben, zum wenigsten war es in einer mittelmäßigen Entfernung von den Küsten gar nicht zu spüren. Gleichwohl ist diese Wasserbewegung nicht ganz ohne Beispiel. Im Jahre 1692 ward bei einem fast allgemeinen Erdbeben auch dergleichen etwas an den Küsten von Holland, England und Deutschland wahrgenommen. Ich vernehme, daß viele geneigt sind und zwar nicht ohne Grund dieses Aufwallen der Gewässer aus einer fortgesetzten Rüttelung, die das Meer an den portugiesischen Küsten durch den unmittelbaren Stoß des Erdbebens bekommen hat, her-

zuleiten. Diese Erklärung scheinet anfänglich Schwierigkeiten ausgesetzt zu sein. Ich begreife wohl, daß in einem flüssigen Wesen ein jeglicher Druck durch die ganze Masse empfindbar werden muß, aber wie haben die Drückungen der Gewässer des portugiesischen Meeres, nachdem sie einige hundert Meilen sich ausgebreitet haben, das Wasser bei Glückstadt und Husum noch einige Fuß hoch in Bewegung setzen können? Scheint es nicht, daß dorten himmelhohe Wasserberge hätten entstehen müssen, um hier kaum merkliche Wellen zu erregen? Ich antworte hierauf: es giebt zweierlei Art, wie ein flüssiges Wesen durch eine Ursache, die an einem Orte wirkt, in seiner ganzen Masse kann in Bewegung gesetzt werden, entweder durch die schwankende Bewegung des Auf- und Niedersteigens, d. i. auf eine wellenförmige Art, oder durch einen plötzlichen Druck, der die Wassermasse in ihrem Innern erschüttert und als einen festen Körper forttreibt, ohne ihr Zeit zu lassen, durch eine schwankende Aufwallung dem Drucke auszuweichen und ihre Bewegung allmählich auszubreiten. Die erstere ist ohne Zweifel nicht vermögend, zu der Erklärung der angeführten Begebenheit zuzureichen. Was aber die letztere betrifft, wenn man erwäget, daß das Wasser einem plötzlichen heftigen Drucke wie ein fester Körper widersteht und diese Drückung zur Seite mit eben der Heftigkeit, die dem anliegenden Wasser nicht Zeit lässet, sich über den wagrechten Stand zu erheben, ausbreitet, wenn man z. E. den Versuch des Herrn Carré in dem 2ten Theil der physischen Abhandlungen der Acad. der Wissensch. pag. 549 betrachtet, der in einem Kasten, der aus zweizölligen Brettern zusammengesetzt und mit Wasser gefüllt war, eine Flintenkugel abschoß, die durch ihren Schlag das Wasser so preßte, daß der Kasten ganz zersprengt wurde, so wird man sich einigen Begriff von dieser Art, das Wasser zu bewegen, machen können. Man stelle sich z. E. vor, daß die ganze westliche Küste von Portugal und Spanien vom Capo St. Vincent bis an das Capo Finis terrae ungefähr 100 deutsche Meilen weit erschüttert worden, und daß diese Erschütterung sich eben so weit in die See

abendwärts erstreckt habe; so wurden 10 000 deutsche Quadratmeilen des Meergrundes mit einer plötzlichen Bebung erhoben, deren Geschwindigkeit wir nicht zu hoch schätzen, wenn wir sie der Bewegung einer Pulvermine gleich setzen, die die aufliegenden Körper 15 Fuß hoch wirft, mithin im Stande ist, (laut den Gründen der Mechanik) 30 Fuß in einer Secunde zurücke zu legen. Dieser plötzlichen Rüttelung widerstand das aufliegende Wasser so, daß es nicht, wie bei langsamen Bewegungen geschieht, nachgab und in Wellen aufschwoll, sondern es empfing seinen ganzen Druck und trieb das umliegende Wasser eben so heftig zur Seite fort, welches bei so schnellem Eindrucke als ein fester Körper anzusehen ist, davon das entfernte Ende mit eben derselben Geschwindigkeit fortrückt, als das angestoßene fortgetrieben wird. Also ist in jedem Balken der flüssigen Materie (wenn ich mich dieses Ausdrucks bedienen darf), ob er gleich 200 oder 300 Meilen lang ist, keine verminderte Bewegung, wenn er als in einem Canal eingeschlossen gedacht würde, der an dem entfernten Ende eine eben so weite Eröffnung als beim Anfange hat. Allein wenn jene weiter ist, so wird die Bewegung durch dieselbe umgekehrt gerade um so viel sich vermindern. Nun muß man aber die Fortsetzung der Wasserbewegung rund um sich als in einem Cirkel ausgebreitet gedenken, dessen Erweiterung mit der Entfernung vom Mittelpunkte zunimmt, an dessen Grenze also das Fortfließen des Wassers in eben demselben Maße verringert wird; mithin wird es an den holsteinischen Küsten, welche 300 deutsche Meilen von dem angenommenen Mittelpunkte der Erschütterung entlegen sein, 6mal gringer als an den portugiesischen befunden werden, welche der Voraussetzung nach einen Abstand von ungefähr 50 Meilen von eben dem Punkte haben. Die Bewegung an den holsteinischen und dänischen Küsten wird also noch groß genug sein, um 5 Fuß in einer Secunde durchzulaufen, welches der Gewalt eines sehr schnellen Stromes gleich kommt. Man könnte hiewider den Einwurf machen, daß die Fortsetzung des Druckes in die Gewässer der Nordsee nur durch den Canal bei Calais geschehen könne, dessen Er-

schütterung, indem sie in ein weites Meer ausgebreitet wird, sich ungemein entkräften müsse. Allein wenn man erwäget, daß der Druck des Wassers zwischen den französischen und englischen Küsten, ehe es in den Canal gelangt, durch die Pressung zwischen diesen Ländern eben so viel sich vermehren müsse, als er durch die Ausbreitung hernach vermindert wird, so wird dadurch den Wirkungen der Erschütterung an gedachten holsteinischen Küsten nichts Beträchtliches entzogen werden können.

Bei dieser Pressung der Wasser ist das Allersonderbarste, daß sie sogar in Landseen, die gar keinen sichtbaren Zusammenhang mit dem Meere haben, bei Templin und in Norwegen, gespüret worden. Dieses scheinet beinahe der stärkste unter allen Beweisen zu sein, die man jemals vorgebracht hat, die unterirdische Gemeinschaft der mittelländischen Gewässer mit dem Meere zu beweisen. Man müßte sich, um sich aus der Schwierigkeit, die dagegen aus dem Gleichgewichte gemacht werden kann, heraus zu wickeln, vorstellen, das Wasser eines Sees flösse wirklich durch die Canäle, dadurch es mit dem Meer zusammen hängt, beständig abwärts, weil dieselbe aber enge sind, und das, was sie dadurch verlieren, hinlänglich durch die Bäche und Ströme, die hereinfließen, ersetzt wird, so könne dieser Abfluß um deswillen nicht merklich werden.

Wiewohl in einer so seltsamen Begebenheit man nicht leicht ein übereiltes Urtheil fällen soll. Denn es ist nicht unmöglich, daß die Erregung der inländischen Seen auch aus andern Gründen könne hergekommen sein. Die unterirdische Luft, durch den Ausbruch dieses wüthenden Feuers in Bewegung gesetzt, könnte wohl durch die Spalten der Erdlagen sich hindurch dringen, die ihr außer dieser gewaltsamen Ausspannung allen Durchgang verschließen. Die Natur entdeckt sich nur nach und nach. Man soll nicht durch Ungeduld das, was sie vor uns verbirgt, ihr durch Erdichtung abzurathen suchen, sondern abwarten, bis sie ihre Geheimnisse in deutlichen Wirkungen ungezweifelt offenbaret.

Die Ursache der Erdbeben scheint bis in den

Luftkreis ihre Wirkung auszubreiten. Einige Stunden vorher, ehe die Erde erschüttert wird, hat man öfters einen rothen Himmel und andere Merkmale einer veränderten Luftbeschaffenheit wahrgenommen. Die Thiere sind kurz zuvor ganz von Schrecken eingenommen. Die Vögel flüchten in die Häuser; Ratzen und Mäuse kriechen aus ihren Löchern. In diesem Augenblicke bricht ohnfehlbar der erhitzte Dunst, welcher auf dem Punkte ist, sich zu entzünden, durch das obere Gewölbe der Erde. Ich getraue mir nicht, auszumachen, was vor Wirkungen man von ihm zu gewarten habe. Zum wenigsten sind sie vor den Naturforscher nicht angenehm, denn was kann er sich vor Hoffnung machen, hinter die Gesetze zu kommen, nach welchen die Veränderungen des Luftkreises einander abwechseln, wenn sich eine unterirdische Atmosphäre mit in ihre Wirkungen mengt, und kann man wohl zweifeln, daß dieses nicht öfters geschehen müsse, da sonst kaum begreiflich wäre, wie in dem Wechsel der Witterungen, da die Ursachen derselben theils beständig theils periodisch sind, gar keine Wiederkehr angetroffen wird?

Anmerkung. Der Tag des Erdbebens in Island ist im vorigen Stücke statt des 1sten Nov. auf den 11. Septembr. nach der Relation des 199. Stücks Hamb. Corresp. zu verbessern.

Gegenwärtige Betrachtungen sind als eine kleine Vorübung über die denkwürdige Naturbegebenheit, die in unsern Tagen geschehen ist, anzusehen. Die Wichtigkeit und mannigfaltige Besonderheiten desselben bewegen mich, eine ausführliche Geschichte dieses Erdbebens, die Ausbreitung desselben über die Länder von Europa, die dabei vorkommende Merkwürdigkeiten und die Betrachtungen, wozu sie veranlassen können, in einer ausführlichern Abhandlung dem Publico mitzutheilen, die in einigen Tagen in der Königl. Hof- und Akad. Buchdruckerei zum Vorschein kommen wird.

VIII.

Geschichte und Naturbeschreibung

der merkwürdigsten

Vorfälle des Erdbebens,

welches an dem Ende des 1755sten Jahres

einen großen Theil der Erde erschüttert hat,

von

M. Immanuel Kant.

1756.

Die Natur hat nicht vergeblich einen Schatz von Seltenheiten überall zur Betrachtung und Bewunderung ausgebreitet. Der Mensch, welchem die Haushaltung des Erdbodens anvertraut ist, besitzt Fähigkeit, er besitzt auch Lust, sie kennen zu lernen und preiset den Schöpfer durch seine Einsichten. Selbst die fürchterliche Werkzeuge der Heimsuchung des menschlichen Geschlechts, die Erschütterungen der Länder, die Wuth des in seinem Grunde bewegten Meers, die feuerspeienden Berge, fordern den Menschen zur Betrachtung auf und sind nicht weniger von Gott als eine richtige Folge aus beständigen Gesetzen in die Natur gepflanzt, als andre schon gewohnte Ursachen der Ungemächlichkeit, die man nur darum vor natürlicher hält, weil man mit ihnen mehr bekannt ist.

Die Betrachtung solcher schrecklichen Zufälle ist lehrreich. Sie demüthigt den Menschen dadurch, daß sie ihn sehen läßt, er habe kein Recht, oder zum wenigsten, er habe es verloren, von den Naturgesetzen, die Gott angeordnet hat, lauter bequemliche Folgen zu erwarten, und er lernt vielleicht auch auf diese Weise einsehen, daß dieser Tummelplatz seiner Begierden billig nicht das Ziel aller seiner Absichten enthalten sollte.

Vorbereitung.

Von der Beschaffenheit des Erdbodens in seinem Inwendigen.

Wir kennen die Oberfläche des Erdbodens, wenn es auf die Weitläuftigkeit ankommt, ziemlich vollständig. Allein wir haben noch eine Welt unter unsern Füßen, mit der wir zur Zeit nur sehr wenig bekannt

sind. Die Bergspalten, welche unserm Senkblei unergründliche Klüfte eröffnen, die Höhlen, die wir in dem Innern der Berge antreffen, die tiefsten Schachte der Bergwerke, die wir Jahrhunderte hindurch erweitern, sind bei weitem nicht zureichend, uns von dem inwendigen Bau des großen Klumpens, den wir bewohnen, deutliche Kenntnisse zu verschaffen.

Die größte Tiefe, zu der Menschen von der obersten Fläche des festen Landes hinabgekommen sind, beträgt noch nicht 500 Klafter, d. i. noch nicht den sechstausendsten Theil von der Entfernung bis zum Mittelpunkte der Erde, und gleichwohl befinden sich diese Grüfte noch in den Gebirgen, und selbst alles feste Land ist ein Berg, in welchem, um nur zu gleicher Tiefe, als der Meeresgrund liegt, zu gelangen, man wenigstens dreimal tiefer hinab kommen müßte.

Was aber die Natur unserm Auge und unsern unmittelbaren Versuchen verbirgt, das entdeckt sie selber durch ihre Wirkungen. Die Erdbeben haben uns offenbaret, daß die Oberfläche der Erde voller Wölbungen und Höhlen sei, und daß unter unsern Füßen verborgene Minen mit mannigfaltigen Irrgängen allenthalben fortlaufen. Der Verfolg in der Geschichte des Erdbebens wird dieses außer Zweifel setzen. Diese Höhlen haben wir eben derselben Ursache zuzuschreiben, welche den Meeren ihr Bette zubereitet hat; denn es ist gewiß, wenn man von den Überbleibseln, die das Weltmeer von seinem ehemaligen Aufenthalte über dem gesammten festen Lande zurück gelassen hat, von den unermeßlichen Muschelhaufen, die selbst in dem Innern der Berge angetroffen werden, von den versteinerten Seethieren, die man aus den tiefsten Schachten herausbringt, ich sage, wenn man von allem diesem nur einigermaßen unterrichtet ist, so wird man leicht einsehen, daß erstlich das Meer ehedem eine lange Zeit alles Land überdeckt habe, daß dieser Aufenthalt lange gedauret habe und älter als die Sündfluth sei, und daß endlich das Gewässer sich unmöglich anders habe zurück ziehen können, als daß der Boden desselben hin und wieder in tiefe Grüfte herabgesunken und demselben tiefe Becken zubereitet

hat, darin es abgeflossen ist, und zwischen deren Ufern es noch jetzo beschränkt erhalten wird, indessen daß die erhöheten Gegenden dieser eingesunkenen Rinde festes Land geworden, welches allenthalben mit Höhlungen untergraben ist, und dessen Strecke mit den steilen Gipfeln besetzt ist, die unter den Namen der Gebirge die oberste Höhe des festen Landes nach allen denjenigen Richtungen durchlaufen, nach welchen es sich in eine beträchtliche Länge erstrecket.

Diese Höhlen enthalten alle ein loderndes Feuer, oder wenigstens denjenigen brennbaren Zeug, der nur einer geringen Reizung bedarf, um mit Heftigkeit um sich zu wüthen und den Boden über sich zu erschüttern oder gar zu spalten.

Wenn wir das Gebiet dieses unterirdischen Feuers in dem ganzen Umfange, wohin es sich erstreckt, erwägen, so werden wir gestehen müssen, daß wenig Länder auf dem Erdboden sind, die nicht bisweilen dessen Wirkung verspüret hätten. In dem äußersten Norden ist die Insel Island den heftigsten Anfällen desselben und zwar nicht selten unterworfen. Man hat in England und selbst in Schweden einige leichte Erschütterungen gehabt. Gleichwohl finden sie sich in den südlichen Ländern, ich meine denenjenigen, die dem Äquator näher liegen, häufiger und stärker. Italien, die Inseln aller Meere, welche der Mittellinie nahe liegen, vornehmlich die im Indischen Ocean, sind von dieser Beunruhigung ihres Fußbodens häufig angefochten. Unter den letztern ist fast nicht eine einzige, die nicht einen Berg hätte, der entweder noch jetzt bisweilen Feuer spie, oder es wenigstens vormals gethan hätte, und der Erschütterung sind sie eben so häufig unterworfen. Es ist eine artige Vorsicht, wenn man hierin der Nachricht des Hübners glauben darf, die die Holländer um deswillen anwenden, um das kostbare Gewürz der Muscaten und Würznelken, die sie einzig und allein auf den beiden Inseln Banda und Amboina fortzupflanzen erlauben, nicht der Gefahr blos zu stellen von dem Erdboden vertilget zu werden, wenn eine dieser Inseln etwa das Schicksal eines völligen Unterganges durch ein

Erdbeben betreffen sollte, daß sie auf einer andern, weit davon entlegenen jederzeit eine Pflanzschule beider Gewächse unterhalten. Peru und Chili, welche der Linie nahe liegen, sind mit diesem Übel häufiger wie irgend ein Land in der Welt beunruhiget. In dem ersten Lande geht fast kein Tag vorbei, da nicht einige leichte Stöße von Erdbeben verspüret werden. Man darf sich nicht einbilden, dieses sei als eine Folge der weit größern Sonnenhitze, welche auf das Erdreich dieser Länder wirkt, anzusehen. In einem Keller, der kaum 40 Fuß Tiefe hat, ist fast gar kein Unterschied zwischen Sommer und Winter zu spüren. So wenig ist die Sonnenwärme vermögend das Erdreich in großen Tiefen zu durchdringen, um den entzündbaren Stoff zu locken und in Bewegung zu setzen. Vielmehr richten sich die Erdbeben nach der Beschaffenheit der unterirdischen Grüfte und diese nach demjenigen Gesetze, nach welchem die Einsinkungen der obersten Erdrinde im Anfange müssen geschehen sein, und die, je näher zur Linie, desto tiefere und mannigfaltigere Einbeugungen gemacht haben, wodurch diese Minen, die den Zunder zu den Erdbeben enthalten, weitläuftiger und dadurch zu der Entzündung desselben geschickter geworden.

Diese Vorbereitung von den unterirdischen Gängen ist zur Einsicht dessen, was von der weiten Ausbreitung der Erdbeben in große Länder, von dem Striche, den sie halten, von den Orten, wo sie am meisten wüthen, und von denjenigen, wo sie sich zuerst anheben, in der Folge vorkommen wird, von keiner geringen Erheblichkeit.

Ich fange nunmehro von der Geschichte des letztern Erdbebens selber an. Ich verstehe unter derselben keine Geschichte der Unglücksfälle, die die Menschen dadurch erlitten haben, kein Verzeichniß der verheerten Städte und unter ihrem Schutt begrabenen Einwohner. Alles, was die Einbildungskraft sich Schreckliches vorstellen kann, muß man zusammen nehmen, um das Entsetzen sich einigermaßen vorzubilden, darin sich die Menschen befinden müssen, wenn die Erde unter ihren Füßen bewegt wird, wenn alles um sie her einstürzt, wenn ein in seinem Grunde

bewegtes Wasser das Unglück durch Überströmungen vollkommen macht, wenn die Furcht des Todes, die Verzweifelung wegen des völligen Verlusts aller Güter, endlich der Anblick anderer Elenden den standhaftesten Muth niederschlagen. Eine solche Erzählung würde rührend sein, sie würde, weil sie eine Wirkung auf das Herz hat, vielleicht auch eine auf die Besserung desselben haben können. Allein ich überlasse diese Geschichte geschickteren Händen. Ich beschreibe hier nur die Arbeit der Natur, die merkwürdigen natürlichen Umstände, die die schreckliche Begebenheit begleitet haben, und die Ursachen derselben.

Von den Vorboten des letzteren Erdbebens.

Das Vorspiel der unterirdischen Entzündung, welche in der Folge so entsetzlich geworden ist, setze ich in der Lufterscheinung, die zu Locarno in der Schweiz den 14ten October vorigen Jahres Morgens um 8 Uhr wahrgenommen worden. Ein warmer als aus einem Ofen kommender Dampf breitete sich aus und verwandelte sich in 2 Stunden in einen rothen Nebel, daraus gegen Abend ein bluthrother Regen entstand, welcher, nachdem er aufgefangen war, $^1/_9$ eines röthlichen leimichten Bodensatzes fallen ließ. Der 6 Fuß hohe Schnee war ebenfalls roth gefärbt. Dieser Purpurregen ward 40 Stunden, das ist ungefähr 20 deutsche Meilen ins Gevierte, ja selbst bis in Schwaben wahrgenommen. Auf diese Lufterscheinung folgten unnatürliche Regengüsse, die in 3 Tagen auf 23 Zoll hoch Wasser gaben, das ist mehr, als in einem Lande von mittelmäßig feuchter Beschaffenheit das ganze Jahr hindurch herabfället. Dieser Regen dauerte über 14 Tage, obgleich nicht jederzeit mit gleicher Heftigkeit. Die Flüsse in der Lombardei, die in den Schweizergebürgen ihren Ursprung nehmen, imgleichen die Rhone schwollen von Wasser auf und traten über ihre Ufer. Von dieser Zeit an herrschten fürchterliche Orkane in der Luft, welche überall grausam wütheten. Noch in der Mitte des Novembers fiel in Ulm ein dergleichen Purpurregen,

und die Unordnung in dem Luftkreise, die Wirbelwinde in Italien, die überaus nasse Witterung dauerten fort.

Wenn man sich einen Begriff von den Ursachen dieser Erscheinung und deren Folgen machen will, so muß man auf die Beschaffenheit des Bodens, über dem sie sich zugetragen hat, Acht haben. Die schweizerische Gebirge begreifen insgesammt weitläuftige Klüfte unter sich, die ohne Zweifel mit den tiefsten unterirdischen Gängen im Zusammenhange stehen. Scheuchzer zählt beinahe 20 Schlünde, welche zu gewissen Zeiten Winde ausblasen. Wenn wir nun annehmen, daß die in dem Inneren dieser Höhlen verborgene mineralische Materien mit denen Flüssigkeiten, womit sie aufbrausen, in Vermischung und dadurch in eine innere Gährung gerathen sind, die die feuernährende Materien zu derjenigen Entzündung vorbereiten konnte, welche binnen einigen Tagen völlig ausbrechen sollte; wenn wir z. E. diejenige Säure, die in dem Salpetergeiste steckt, und die nothwendig die Natur selber zubereitet, uns vorstellen, wie sie, entweder durch den Zufluß des Wassers, oder andere Ursachen in Bewegung gebracht, die Eisenerde, worauf sie fiel, angriff, so werden diese Materien bei ihrer Vermengung sich erhitzet und rothe warme Dämpfe aus den Klüften der Gebirge ausgestoßen haben, womit in der Heftigkeit der Aufwallung die Partikeln der rothen Eisenerde zugleich vermenget und fortgeführet worden, welches den leimichten Blutregen, davon wir Erwähnung gethan haben, veranlaßt hat. Die Natur solcher Dünste gehet dahin, die Ausspannungskraft der Luft zu verringern und eben dadurch die in derselben hängende Wasserdünste zusammen fließend zu machen, imgleichen durch das Herbeiziehen aller rund umher in dem Luftkreise schwebenden feuchten Wolken vermöge des natürlichen Abhanges nach der Gegend, wo die Höhe der Luftsäule verringert worden, diejenige heftige und anhaltende Platzregen zu verursachen, welche in den genannten Gegenden wahrgenommen worden.

Auf solche Weise kündigte die unterirdische Gährung das Unglück, das sie im Verborgenen zubereitete,

durch ausgestoßene Dämpfe zum voraus an.*) Die Vollendung des Schicksals folgte ihr mit langsamen Schritten nach. Eine Gährung schlägt nicht sogleich in Entzündungen aus. Die gährende und erhitzte Materien müssen ein brennbares Öl, Schwefel, Erdpech oder dergleichen etwas antreffen, um in Entzündung zu gerathen. So lange breitete sich die Erhitzung hin und wieder in den unterirdischen Gängen aus, und in dem Augenblicke, da die aufgelöseten brennbaren Materien in der Mischung mit den andern bis auf den Punkt, in Feuer zu gerathen, erhitzt waren, wurden die Gewölber der Erde erschüttert, und der Schluß der Verhängnisse war vollführet.

Das Erdbeben und die Wasserbewegung vom 1. November 1755.

Der Augenblick, in dem dieser Schlag geschahe, scheinet am richtigsten auf 9 Uhr 50 Minuten Vormittags zu Lissabon bestimmt zu sein, diese Zeit stimmt genau mit derjenigen, da es in Madrid wahrgenommen worden, nämlich 10 Uhr 17 bis 18 Minuten, wenn man den Unterschied der Länge beider Städte in den Unterschied der Zeit verwandelt. Zu derselben Zeit wurden die Gewässer in einem erstaunlichen Umfange, sowohl diejenige, die mit dem Weltmeere eine sichtbare Gemeinschaft haben, als auch welche darin auf eine verborgene Art stehen mögen, in Erschütterung gesetzt. Von Abo in Finnland an bis in den Archipelagus von Westindien sind wenig oder gar keine Küsten davon frei geblieben. Sie hat eine Strecke von 1500 Meilen fast in eben derselben Zeit beherrschet. Wenn man versichert wäre, daß die Zeit, darin sie zu Glückstadt an der Elbe verspürt worden,

*) Acht Tage vor der Erschütterung war die Erde bei Cadix mit einer Menge von aus der Erde gekrochenem Gewürme bedeckt. Diese hatte die nur angeführte Ursache hervorgetrieben. Bei einigen andern Erdbeben sind heftige Blitze in der Luft und die Bangigkeit, die man bei Thieren vermerkt, Vorboten gewesen.

nach den öffentlichen Nachrichten ganz genau auf 11 Uhr 30 Minuten zu setzen wäre, so würde man daraus schließen, daß die Wasserbewegung 15 Minuten zugebracht habe, von Lissabon bis an die holsteinischen Küsten zu gelangen. In eben dieser Zeit wurde sie auch an allen Küsten des Mittelländischen Meeres verspüret, und man weiß noch nicht die ganze Weite ihrer Erstreckung.

Die Gewässer, die auf dem festen Lande von aller Gemeinschaft mit dem Meere scheinen abgeschnitten zu sein, die Brunnquellen, die Seen, wurden in vielen weit von einander entlegenen Ländern zu gleicher Zeit in außerordentliche Regung versetzt. Die meisten Seen in der Schweiz, der See bei Templin in der Mark, einige Seen in Norwegen und Schweden geriethen in eine wallende Bewegung, die weit ungestümer und unordentlicher war, als bei einem Sturme, und die Luft war zugleich stille. Der See bei Neuchatel, wenn man sich auf die Nachrichten verlassen darf, verlief sich in verborgene Klüfte, und der bei Meiningen that dieses gleichfalls, kam aber bald wiederum zurück. In eben diesen Minuten blieb das mineralische Wasser zu Töplitz in Böhmen plötzlich aus und kam blutroth wieder. Die Gewalt, womit das Wasser hindurch getrieben war, hatte seine alte Gänge erweitert, und es bekam dadurch einen stärkern Zufluß. Die Einwohner dieser Stadt hatten gut te Deum laudamus zu singen, indessen daß die zu Lissabon ganz andere Töne anstimmten. So sind die Zufälle beschaffen, welche das menschliche Geschlecht betreffen. Die Freude der einen und das Unglück der andern haben oft eine gemeinschaftliche Ursache. Im Königreich Fez in Afrika spaltete eine unterirdische Gewalt einen Berg und goß blutrothe Ströme aus seinem Schlunde. Bei Angoulème in Frankreich hörte man ein unterirdisches Getöse, es öffnete sich eine tiefe Gruft auf der Ebene und hielt unergründliches Wasser in sich. Zu Gémenos in Provence wurde eine Quelle plötzlich schlammicht und ergoß sich darauf roth gefärbt. Die umliegende Gegenden berichteten gleiche Veränderungen an ihren Quellen. Alles dieses geschahe in denselben Minuten, da das

Erdbeben die Küsten von Portugal verheerete. Es wurden auch hin und wieder in eben diesem kurzen Zeitpunkte einige Erderschütterungen in weit entlegenen Ländern wahrgenommen. Allein sie geschahen fast alle dicht an der Seeküste. Zu Cork in Irland, imgleichen zu Glückstadt und an einigen andern Orten, die am Meere liegen, geschahen leichte Bebungen. Mailand ist vielleicht derjenige Ort, der noch in der weitesten Entfernung von dem Seeufer an eben demselben Tage erschüttert worden. Eben diesen Vormittag um 8 Uhr tobte der Vesuvius bei Neapolis und ward stille gegen die Zeit, da die Erschütterung zu Portugal geschahe.

Betrachtung über die Ursache ihrer Wasserbewegung.

Die Geschichte hat kein Exempel von einer so weit ausgebreiteten und in dem Verlauf von wenigen Minuten zugleich gespürten Rüttelung aller Gewässer und eines großen Theils der Erde. Man hat daher Behutsamkeit nöthig, um aus einem einzigen Vorfall die Ursache derselben abzunehmen. Man kann sich vornehmlich folgende Ursachen gedenken, welche die angeführte Naturbegebenheit hätten hervorbringen können: entweder erstlich durch eine Bebung des Meergrundes allenthalben unmittelbar unter denjenigen Örtern, wo die See in Rüttelung gerieth, und alsdann müßte man Grund angeben, woher die Feueradern, die diese Bebungen hervor brachte, bloß unter dem Boden der Seen fortgelaufen sei, ohne unter die Länder sich zu erstrecken, die mit diesen Meeren in naher Verbindung stehen und oft die Gemeinschaft derselben unterbrechen. Man würde sich durch die Frage betreten finden, woher die Erschütterung des Bodens, da sie von Glückstadt an der Nordsee bis zu Lübeck an der Ostsee und an den mecklenburgischen Küsten sich ausgebreitet hat, nicht in Holstein empfunden worden, welches zwischen diesen Meeren mitten inne liegt und woselbst nur etwa eine gelinde Bebung dicht an dem Ufer des Gewässers verspürt worden, keine aber in dem Innern des Landes. Am deutlichsten aber wird man durch die Wallung der

weit von dem Meer entlegenen Wasser überführt, als des Sees bei Templin, derer in der Schweiz und anderer. Man kann leicht erachten, daß, um ein Gewässer durch die Bebung des Bodens in ein so gewaltiges Aufwallen zu bringen, die Erschütterung gewiß nicht gering sein müsse. Warum aber haben diesen gewaltigen Stoß alle umliegende Länder nicht empfunden, unter welchen die Feuerader doch nothwendig mußte fortgelaufen sein? Man sieht leicht, daß alle Merkmale der Wahrheit dieser Meinung entgegen sind. Eine Erschütterung, die der dichten Masse der Erde selber durch einen an einem Orte geschehenen heftigen Schlag rund umher eingedrückt worden, so wie der Boden in einiger Entfernung bebt, wenn ein Pulverthurm springt, verliert in der Anwendung auf diesen Fall auch ganz und gar die Wahrscheinlichkeit, sowohl aus der schon angeführten Ursache, als wegen des entsetzlichen Umfanges, welcher, wenn man ihn mit dem Umfange der ganzen Erde vergleicht, einen so beträchtlichen Theil derselben ausmacht, daß dessen Bebung nothwendig eine Schüttelung der ganzen Erdkugel hätte nach sich ziehen müssen. Nun kann man sich aber aus dem Buffon belehren, daß ein Ausbruch des unterirdischen Feuers, welches ein Gebirge, das 1700 Meilen lang und 40 breit wäre, eine Meile hoch werfen könnte, den Erdkörper nicht einen Daumen breit aus seiner Lage würde verrücken können.

Wir werden also die Ausbreitung dieser Wasserbewegung in einer Mittelmaterie zu suchen haben, die geschickter ist, eine Erschütterung in großen Weiten mitzutheilen, nämlich in dem Gewässer der Meere selber, welches mit demjenigen im Zusammenhange steht, das durch eine unmittelbare Bebung des Seegrundes in eine heftige und plötzliche Rüttelung versetzt worden.

Ich habe in den wöchentlichen Königsbergschen Anzeigen die Gewalt zu schätzen gesucht, womit das Meer durch den Schlag der von seinem Boden geschehenen Bebung in dem ganzen Umfange fortgetrieben worden, indem ich den erschütterten Platz des Seegrundes nur als ein Viereck angenommen, dessen Seite der Entfernung von Cap St. Vincent und

Cap Finisterre, d. i. der Länge der westlichen Küsten von Portugal und Spanien, gleich ist, und die Gewalt des auffahrenden Grundes wie die von einer Pulvermine angesehen, welche im Aufspringen vermögend ist, die Körper, die darüber befindlich sind, 15 Fuß hoch zu werfen, und nach den Regeln, nach denen die Bewegung in einem flüssigen Wesen fortgesetzt wird, sie an den holsteinischen Küsten stärker als den schnellsten anprellenden Strom befunden. Laßt uns allhier die Gewalt, die es aus diesen Ursachen ausgeübt hat, noch aus einem andern Gesichtspunkte betrachten. Der Graf Marsigli hat die größte Tiefe des Mittelländischen Meers durch das Senkblei über 8000 Fuß befunden, und es ist gewiß, daß das Weltmeer in gehöriger Entfernung vom Lande noch tiefer sei; wir wollen es aber hier nur 6000 Fuß, d. i. 1000 Klafter, tief annehmen. Wir wissen, daß die Last, womit eine so hohe Säule von Meereswasser auf den Grund der See drückt, den Druck der Atmosphäre beinahe 200mal übertreffen müsse, und daß sie die Gewalt, womit das Feuer hinter einer Kugel her ist, die aus der Höhlung einer Karthaune in der Zeit eines Pulsschlages 100 Klafter weit fortgeschleudert wird, noch weit übertreffe. Diese erstaunliche Last konnte die Gewalt nicht zurücke halten, womit das unterirdische Feuer den Meeresgrund schnell in die Höhe stieß, also war diese bewegende Gewalt größer. Mit welchem Drucke wurde also das Wasser gepresset, um nach den Seiten plötzlich fortzuschießen? und ist es wohl zu verwundern, wenn es in einigen Minuten in Finnland und zugleich in Westindien gespüret worden? Man kann gar nicht ausmachen, wie groß die Grundfläche der unmittelbaren Erschütterung eigentlich gewesen sein möge; sie wird vielleicht ungleich größer sein, als wir sie angenommen haben; aber unter den Meeren, wo die Wasserbewegung ohne alles Erdbeben verspüret worden, an den holländischen, englischen, norwegischen Küsten und in der Ostsee ist sie gewiß nicht im Meeresgrunde anzutreffen gewesen. Denn alsdenn wäre das feste Land in seinem Innern gewiß mit erschüttert worden, welches aber gar nicht beobachtet worden.

Indem ich die heftige Erschütterung aller zusammenhängenden Theile des Oceans dem einzigen Stoße zuschreibe, den sein Boden in einem gewissen Bezirke erlitten hat, so will ich darum die wirkliche Ausbreitung des unterirdischen Feuers unter dem festen Lande fast des gesammten Europens nicht geläugnet haben. Sie sind aller Wahrscheinlichkeit nach zu gleicher Zeit geschehen und haben an den Erscheinungen, die sich eräugneten, beide Antheil gehabt, nur daß eine jede insbesondere nicht vor die einzige Ursache aller insgesammt anzusehen ist. Die Bebung des Wassers in der Nordsee, welche einen plötzlichen Stoß empfinden ließ, war nicht die Wirkung eines unter dem Grunde tobenden Erdbebens. Solche Erschütterungen müßten, um dergleichen Wirkung hervorzubringen, sehr heftig sein und hätten also unter dem festen Lande sehr merklich müssen verspürt werden. Allein darum bin ich nicht in Abrede, daß selbst alles feste Land in eine leichte Schwankung durch eine schwache Kraft der unter seinem Boden entbrannten Dünste oder anderer Ursachen sei versetzt worden. Man sieht dieses an Mailand, das an diesem Tage mit der größten Gefahr eines gänzlichen Umsturzes bedrohet worden. Wir wollen also setzen, daß die Erde durch ein leichtes Schwanken in eine gelinde Bewegung gesetzt worden, die so groß gewesen, daß sie auf 100 rheinl. Ruthen das Erdreich um einen Zoll wechselsweise hin und her gewackelt hat, so wird diese Bewegung so unmerklich gewesen sein, daß ein Gebäude von 4 Ruthen Höhe nicht um die Hälfte eines Grans, d. i. um einen halben Messerrücken, aus der senkrechten Stellung dadurch hat gebracht werden können, welches selbst auf den höchsten Thürmen kaum merklich werden würde. Dagegen werden die Seen diese unempfindliche Bewegung sehr merklich haben machen müssen. Denn wenn ein See z. E. nur 2 deutsche Meilen lang ist, so wird sein Wasser durch dieses geringe Wanken seines Bodens schon in eine recht starke Schaukelung versetzt werden; denn das Wasser hat alsdenn auf 14 000 Zoll ohngefähr einen Zoll Fall und einen Ablauf, der fast nur um die Hälfte kleiner ist, als der Ablauf

eines recht schnellen Flusses, wie die Wasserabwägung der Seine bei Paris uns belehren kann, welches nach etlichen hin und wieder geschehenen Schwingungen dem Wasser wohl eine außerordentliche Rüttelung hat verursachen können. Wir können aber die Erdbewegung mit gutem Fug noch einmal so groß annehmen, als wirs gethan haben, ohne daß es auf dem festen Lande füglich hätte gespürt werden können, und denn fällt die Bewegung der inländischen Seen um desto begreiflicher in die Augen.

Man wird sich also nicht mehr wundern, wenn alle inländische Seen in der Schweiz, in Schweden, in Norwegen und in Deutschland, ohne eine Erschütterung des Bodens zu fühlen, so unruhig und aufwallend erblicket worden. Man findet es aber etwas außerordentlicher, daß gewisse Seen bei dieser Unordnung gar versieget sein, als der See bei Neuchatel, der bei Como und der bei Meiningen, obgleich deren einige sich schon wieder mit Wasser angefüllet haben. Diese Begebenheit aber ist nicht ohne Exempel. Man hat einige Seen auf dem Erdboden, die ganz ordentlich sich zu gewissen Zeiten durch verborgene Canäle verlaufen und zur gesetzten Zeit wiederkommen. Der Zirknitzer See im Herzogthum Krain ist ein merkwürdiges Beispiel hievon. Er hat in seinem Boden einige Löcher, durch welche er aber nicht eher abfließt als um Jacobi, da er sich denn mit allen Fischen plötzlich verläuft und, nachdem er 3 Monate lang seinen Boden als einen guten Weide- und Ackerplatz trocken gelassen, gegen den Novembermonat sich plötzlich wieder einfindet. Man erklärt diese Naturbegebenheit sehr begreiflich durch die Vergleichung mit dem Diabetes der Hydraulik. Allein in unsern vorhabenden Fällen kann man leicht erachten, daß, da viele Seen durch unter ihrem Boden befindliche Quelladern Zufluß bekommen, diese, die in den umliegenden Anhöhen ihren Ursprung finden, nachdem die Wirkung der unterirdischen Erhitzung und Ausdämpfung in den Höhlungen, welche ihre Wasserhälter sein, die Luft verschlungen, in dieselbe dadurch müssen zurückgezogen worden sein und selbst ein kräftiges Saugwerk abgegeben haben, den See mit

hineinzuführen, der nach hergestelltem Gleichgewichte der Luft seinen natürlichen Ausgang wieder gesucht. Denn daß ein Landsee, wie die öffentliche Berichte von dem zu Meiningen haben erklären wollen, durch die unterirdische Gemeinschaft mit dem Meere unterhalten werde, weil er keinen äußerlichen Zufluß von Bächen hat, ist sowohl wegen der dawider streitenden Gesetze des Gleichgewichts, als auch wegen der Salzigkeit des Meerwassers einer gar zu offenbaren Ungereimtheit ausgesetzt.

Die Erdbeben haben das schon als etwas Gewöhnliches an sich, daß sie die Wasserquellen in Unordnung bringen. Ich könnte hier ein ganz Register von verstopften und an andern Orten ausgebrochenen Quellen, von recht hoch aus der Erde herausgeschossenem Springwasser und dergleichen aus der Geschichte anderer Erdbeben anführen, allein ich bleibe bei meinem Gegenstande. Aus Frankreich hat man uns an einigen Orten berichtet, daß Quellen verstopfet worden, und andere übermäßig viel Wasser gegeben haben. Der Töplitzer Brunn blieb aus, machte den armen Töplitzern bange, kam zuerst schlammicht, dann blutroth, zuletzt natürlich und stärker als vorher wieder. Die Verfärbung der Wasser in so vielen Gegenden, selbst im Königreiche Fez und in Frankreich ist meinem Erachten nach der Vermischung der durch die Erdschichten, wo die Quellen ihren Durchgang haben, gedrungenen, mit Schwefel und Eisentheilchen in Gährung gerathenen Dämpfe zuzuschreiben. Wenn diese bis in das Inwendige der Cisternen dringen, die den Ursprung des Brunnquells enthalten, so treiben sie entweder ihn mit größerer Gewalt heraus, oder indem sie das Wasser in andere Gänge pressen, so verändern sie seinen Ausfluß.

Dieses sind die vornehmste Merkwürdigkeiten der Geschichte vom 1sten Nov. und der Wasserbewegung, die die seltenste von ihren Umständen ist. Es ist mir überaus glaublich, daß die Erderschütterungen, die sich dicht am Meeresufer, oder eines Wassers, das damit Gemeinschaft hat, zugetragen haben, zu Cork in Irland, in Glückstadt und hin und wieder in Spanien, größten Theils eben dem Drucke des gepreßten Meer-

wassers zuzuschreiben sind, dessen Gewalt unglaublich groß sein muß, wenn man die Heftigkeit, womit es anschläget, durch die Fläche multiplicirt, worauf es trifft, und ich bin der Meinung, das Unglück von Lissabon sei, so wie das von den meisten Städten der westlichen Küste Europens der Lage zuzuschreiben, die es in Ansehung der beregten Gegend des Oceans gehabt hat, da dessen ganze Gewalt noch überdem in der Mündung des Tagus, durch die Enge eines Busens verstärkt, den Boden außerordentlich hat erschüttern müssen. Man mag urtheilen, ob die Erderschütterung lediglich in Städten, die am Meeresufer liegen, würde deutlich haben vermerkt werden können, die doch in dem Innern des Landes nicht empfindlich war, wenn nicht der Druck der Wasser einen Antheil an derselben gehabt hätte.

Noch ist die letzte Erscheinung dieser großen Begebenheit merkwürdig, da eine geraume Zeit, nämlich beinahe 1 bis $1^1/_2$ Stunden nach dem Erdbeben, eine entsetzliche Aufthürmung der Wasser im Ocean und eine Aufschwellung des Tagus, die wechselsweise 6 Fuß höher als die höchste Fluth stieg und bald darauf fast so viel niedriger als die niedrigste Ebbe fiel, gesehen wurde. Diese Bewegung des Meeres, die eine geraume Zeit nach dem Erdbeben und nach dem ersten entsetzlichen Drucke der Wasser sich eräugnete, vollendete auch das Verderben der Stadt Setubal, indem es über deren Trümmer sich erhob und, was die Erschütterung verschonet hatte, völlig aufrieb. Wenn man sich vorhero von der Heftigkeit des durch den bewegten Meeresgrund fortgeschossenen Seewassers einen rechten Begriff gemacht hat, so wird man sich leicht vorstellen können, daß es mit Gewalt wieder zurückkehren müsse, nachdem sich sein Druck in alle die unermeßliche Gegenden umher ausgebreitet hatte. Die Zeit seiner Wiederkehr hänget von dem weiten Umfange ab, in welchem es um sich her gewirkt hat und seine Aufwallung vornehmlich an den Ufern muß nach Maßgebung derselben auch eben so fürchterlich gewesen sein.*)

*) In dem Hafen zu Husum ward diese Aufwallung des Wassers auch zwischen 12 und 1, also um eine Stunde

Das Erdbeben vom 18ten Novembr.

Von dem 17ten bis zum 18ten eben dieses Monats berichteten die öffentliche Nachrichten eine namhafte Erderschütterung an den Küsten sowohl von Portugal als Spanien und in Afrika. Den 17ten des Mittags war sie in Gibraltar an der Meerenge des Mittelländischen Meeres und gegen Abend zu Whitehaven in Yorkshire in England zu spüren. Den 17ten auf den 18ten war sie schon in den englischen Pflanzstädten von Amerika. Denselben 18ten wurde es auch in der Gegend von Aquapendente und della Grotta in Italien heftig gefühlet. *)

Das Erdbeben vom 9ten Decembr.

Nach dem Zeugnisse der öffentlichen Nachrichten hat Lissabon keine so heftige Anfälle der Erschütterung seit dem 1ten Nov. erlitten, als diejenige vom 9ten Decembr. Es wurde dieses an den südlichen Küsten von Spanien, an selbigen von Frankreich, durch die Schweizergebirge, Schwaben, Tyrol bis in Bayern verspüret. Es durchstrich von Südwesten nach Nordosten gegen 300 deutsche Meilen, und indem es sich in der Richtung derjenigen Kette von Bergen hielt, die die oberste Höhe des festen Landes von Europa seiner Länge nach durchlaufen, breitete es sich nicht sehr seitwärts aus. Die sorgfältigsten Erdbeschreiber, Varen, Buffon, Lulof, bemerken, daß, gleichwie alles Land, welches mehr in die Länge als Breite sich erstreckt, in der Richtung seiner Länge von einem Hauptgebirge durchlaufen wird, also der vornehmste Strich der Gebirge Europens aus einem Hauptstamme, nämlich den Alpen, gegen Westen durch die südliche Provinzen von Frankreich, mitten durch Spanien bis an das äußerste Ufer von Europa gegen Abend sich erstrecke, obgleich es unterwegens ansehnliche Neben-

---

später als der erste Stoß der Gewässer in der Nordsee, wahrgenommen.

*) Imgleichen zu Glowson in der Grafschaft Hertford, wo es bei einem heftigen Getöse einen Abgrund eröffnete, welcher ein sehr tiefes Wasser in sich enthielte.

äste ausschießet und eben so ostwärts durch die tyrolische und andere weniger ansehnliche Berge zuletzt mit den karpatischen zusammen stößt.

Diese Richtung durchlief das Erdbeben in demselben Tage. Wenn die Zeit der Erschütterung eines jeden Orts richtig aufgezeichnet wäre, so würde man die Schnelligkeit einigermaßen schätzen und die Gegend der ersten Entzündung wahrscheinlich bestimmen können, nun sind aber die Nachrichten so wenig zusammenstimmend, daß in Ansehung dessen auf nichts sich zu verlassen ist.

Ich habe schon sonst angeführt, daß die Erdbeben gemeiniglich, wenn sie sich ausbreiten, den Strich der höchsten Gebirge halten und zwar durch ihre ganze Erstreckung, ob diese sich gleich, je mehr sie sich dem Meeresufer näheren, desto mehr erniedrigen. Die Richtung langer Flüsse bezeichnet sehr gut die Richtung der Gebirge, als zwischen deren neben einander laufenden Reihen dieselbe, als in dem untersten Theile eines langen Thales fortlaufen. Dieses Gesetz der Ausbreitung der Erdbeben ist keine Sache der Speculation oder Beurtheilung, sondern etwas, das durch Beobachtungen vieler Erdbeben ist bekannt geworden. Man muß sich desfalls an die Zeugnisse des Raj, Buffon, Gentil u. s. w. halten. Allein dieses Gesetze hat soviel innere Wahrscheinlichkeit, daß es auch von sich selber sich leichtlich Beifall erwerben muß. Wenn man bedenkt, daß die Öffnungen, dadurch das unterirdische Feuer Ausgang sucht, nirgend anders als in den Gipfeln der Berge sind, daß man niemals in den Ebenen feuerspeiende Schlünde wahrgenommen, daß in Ländern, wo die Erdbeben gewaltig und häufig sein, die mehresten Berge weite Rachen enthalten, die zum Auswurfe des Feuers dienen, und daß, was unsere europäische Berge betrifft, man sonst nirgends als in ihnen geräumige Höhlungen entdeckt, die ohne Zweifel in einem Zusammenhange stehen; wenn man hiezu noch den Begriff von der Erzeugung aller dieser unterirdischen Wölbungen anwendet, von der oben geredet worden, so wird man keine Schwierigkeit in der Vorstellung finden, wie die Entzündung vornehmlich unter der Kette von Bergen, die die Länge von

Europa durchlaufen, offene und freie Gänge antreffen könne, um darin sich schneller als nach andern Gegenden auszubreiten.

Selbst die Fortsetzung des Erdbebens vom 18ten Nov. aus Europa nach Amerika unter dem Boden eines weiten Meeres ist in dem Zusammenhange der Kette von Bergen zu suchen, die, ob sie gleich in der Fortsetzung so niedrig werden, daß sie von dem Meere bedeckt sind, dennoch auch daselbst Berge bleiben, denn wir wissen, daß auf dem Boden des Oceans eben so wohl Gebirge als auf dem Lande anzutreffen sein; und in dieser Art müssen die azorischen Inseln mit in diesen Zusammenhang gesetzt werden, die auf dem halben Wege zwischen Portugal und Nordamerika angetroffen werden.

Das Erdbeben vom 26ten Decembr.

Nachdem die Erhitzung der mineralischen Materien den Hauptstamm der höchsten Gebirge von Europa, nämlich die Alpen, durchdrungen war, so öffnete sie sich auch die engere Gänge unter der Reihe der Berge, welche von Süden nach Norden rechtwinklicht auslaufen, und erstreckte sich in der Richtung des Rheinstroms, welcher, wie überhaupt alle Flüsse ein langes Thal zwischen zwei Reihen von Bergen einnimmt, aus der Schweiz bis an die Nordsee. Es erschütterte auf der Westseite des Flusses die Landschaften Elsaß, Lothringen, das Kurfürstenthum Cöln, Brabant und die Picardie und an der Ostseite Cleve, einen Theil von Westphalen und vermuthlich noch einige an dieser Seite des Rheins belegene Länder, wovon die Nachrichten nichts namentlich gemeldet haben. Es hielt offenbar den Strich mit der Richtung dieses großen Flusses parallel und breitete sich nicht weit davon zu den Seiten aus.

Man wird fragen, wie man es mit dem obigen zusammenreimen kann, daß es bis in die Niederlande gedrungen, welche doch ohne sonderliche Berge sind. Allein es ist genug, daß ein Land in einem unmittelbaren Zusammenhange mit gewissen Reihen von Bergen stehe und als eine Fortsetzung davon anzusehen sei,

um die unterirdische Entzündung bis unter diesem sonst niedrigen Boden fortzusetzen, denn es ist gewiß, daß alsdenn die Kette der Höhlungen sich auch bis unter denselben erstrecken werde, gleichwie sie, wie schon angeführt, selbst unter dem Meeresgrunde fortgehet.

Von den Zwischenzeiten, die binnen einigen auf einander folgenden Erdbeben verlaufen.

Wenn man die Folge der nach einander vorgegangenen Erschütterungen mit Aufmerksamkeit betrachtet, so könnte man, wenn man es wagen wollte zu muthmaßen, einen Periodus herausbringen, in welchem die Entzündung nach einem Zwischenstillstande aufs neue ausgebrochen ist. Wir finden nach dem 1sten Novembr. noch eine sehr heftige Erschütterung in Portugal auf den 9ten, imgleichen auf den 18ten, da sie sich nach England, Italien, Afrika und selbst bis in Amerika erstreckte; den 27ten ein starkes Erdbeben an den südlichen Küsten von Spanien, vornehmlich in Malaga. Von dieser Zeit an dauerte es 13 Tage, bis es den 9ten Dec. die ganze Strecke von Portugal bis in Bayern von Südwesten nach Nordosten traf, und seit diesem nach einem Verlauf von 18 Tagen, nämlich den 26ten auf den 27ten Decembr., erschütterte es die Breite von Europa von Süden nach Norden, *) so daß überhaupt ein ziemlich richtiger Zeitlauf von 9 oder 2 mal 9 Tagen zwischen den wiederholten Entzündungen verlaufen ist, wenn man diejenige Zeit ausnimmt, die es angewandt hat, bis in das Innerste der Gebirge unseres festen Landes zu dringen und den 9ten Decembr. die Alpen und

*) Den 21ten war es in Lissabon sehr heftig, den 23ten in den Gebirgen von Roussillon und dauerte daselbst bis zum 27ten. Es ist hieraus zu sehen, daß es wiederum von Südwesten angefangen und zwar eine weit längere Zeit zur Ausbreitung bedurft hat. Und wenn man den Entzündungsplatz, wie aus dem ganzen Verlauf des Erdbebens klar ist, in den Ocean von Portugal gegen Abend setzt, so hängt der Anfang desselben mit dem berührten Periodus ziemlich zusammen.

die ganze Kette ihrer Verlängerung zu bewegen. Ich führe dieses nicht zu dem Ende an, um etwas daraus zu folgern, weil die Nachrichten dazu gar zu wenig zuverlässig sind, sondern um bei ähnlichen Vorfällen Anlaß zur genauern Beobachtung und zum Nachsinnen zu geben.

Ich will hier nur überhaupt etwas von den wechselsweise nachlassenden und wiederum anhebenden Erschütterungen anführen. Herr Bouguer, einer von den Abgeordneten der Königl. Akad. der Wissensch. zu Paris nach Peru, hatte die Unbequemlichkeit in diesem Lande neben einem feuerspeienden Berge sich aufzuhalten, dessen donnerndes Getöse ihm keine Ruhe ließ. Die Beobachtung, die er hiebei machte, konnte ihm dafür einige Genugthuung sein, indem er bemerkte, daß der Berg immer in gleichen Zwischenzeiten ruhig ward, und das Toben desselben ordentlich mit gewechselten Ruhepunkten auf einander folgte. Die Bemerkung, die Mariotte bei einem Kalkofen machte, welcher eingeheizet war und bald die Luft aus einem offenen Fenster ausstieß, bald darauf wieder zurück zog, wodurch er der Respiration der Thiere gewissermaßen nachahmete, hat hiemit große Ähnlichkeit, beide beruhen auf folgenden Ursachen. Wenn das unterirdische Feuer in Entzündung geräth, so stößt es alle Luft aus den Höhlen umher von sich. Wo diese Luft nun, die mit den feurigen Theilen angefüllet ist, eine Öffnung findet, z. E. in dem Rachen eines feuerspeienden Berges, da fährt sie alsdenn hinaus, und der Berg wirft Feuer aus. Allein so bald die Luft aus dem Umfange des Herdes der Entzündung verjagt ist, so läßt die Entzündung nach, denn ohne Zugang der Luft verlöscht alles Feuer; alsdenn tritt die verjagte Luft, da die Ursache, die sie vertrieben hatte, aufhöret, wieder in ihren Platz zurück und wecket das erloschene Feuer auf, auf solche Weise wechseln die Ausbrüche eines feuerspeienden Berges in gewissen Zwischenzeiten richtig nach einander ab. Eben die Bewandtniß hat es mit den unterirdischen Entzündungen, auch selbst da, wo die ausgedehnte Luft keinen Ausgang durch die Klüfte der Berge gewinnen kann. Denn wenn die Entzündung

an einem Orte in den Höhlen der Erde ihren Anfang nimmt, so stößt sie die Luft mit Heftigkeit in einem großen Umfange in alle die Gänge der unterirdischen Wölbungen fort, die damit Zusammenhang haben. In diesem Augenblicke ersticket das Feuer selbst durch den Mangel der Luft. Und so bald eben diese ausdehnende Gewalt der Luft nachläßt, so kehrt diejenige, die in allen Höhlen ausgebreitet war, mit großer Gewalt zurück und fachet das erloschene Feuer zu einem neuen Erdbeben an. Es ist merkwürdig, daß Vesuvius, welcher, als die Gährungen in dem Innern der Erde recht angingen, durch den Ausgang der durch seinen Schlund getriebenen Luft in Bewegung und Feuer gebracht war, eine kurze Zeit darauf plötzlich nachließ, da das Erdbeben bei Lissabon geschehen war; denn da drang alle mit diesen Grüften in einigem Zusammenhange stehende Luft und selbst die, so über dem Gipfel des Vesuvius befindlich ist, durch alle Canäle zu dem Feuerherde der Entzündung, wo die Verminderung der Ausspannungskraft der Luft ihr den Zugang verstattete. Was für ein erstaunlicher Gegenstand! Einen Kamin sich vorzustellen, welcher durch Luftöffnungen, die 200 Meilen davon entlegen sind, sich einen Zug verschaffet!

Eben dieselbe Ursache ist es auch, welche unterirdische Sturmwinde in den Grüften der Erde hervorbringen muß, deren Gewalt alles, was wir auf der Oberfläche der Erde verspüren, weit übertreffen wird, wenn die Lage und Verknüpfung der Höhlen sich zu ihrer Ausbreitung anschicket. Das Getöse, das bei dem Fortgange eines Erdbebens unter den Füßen verspüret worden, ist vermuthlich keiner andern Ursache als eben dieser zuzuschreiben.

Eben dieses läßt uns wahrscheinlich vermuthen, daß eben nicht alle Erdbeben dadurch verursacht werden, daß die Entzündung gerade unter dem Boden geschiehet, welcher erschüttert wird; sondern daß die Wuth dieser unterirdischen Stürme das Gewölbe welches über ihnen ist, in Bewegung setzen könne, woran man desto weniger zweifeln wird, wenn man bedenket, daß eine viel dichtere Luft, als diejenige ist, die sich auf der Oberfläche der Erde befindet,

durch weit plötzlichere Ursachen als diese in Bewegung gesetzt und, zwischen Gängen, die ihre Ausbreitung verhindern, verstärket, eine unerhörte Gewalt ausüben könne. Es ist also muthmaßlich, daß die gringe Wankung des Bodens in dem größten Theil von Europa bei der heftigen Entzündung, die am 1ten Nov. in der Erde vorging, vielleicht von nichts als dieser gewaltsamer Weise bewegten unterirdischen Luft herzuleiten sei, die als ein heftiger Sturmwind den Boden, der seiner Ausbreitung widerstand, gelinde erschütterte.

Von dem Herde der unterirdischen Entzündung und den Örtern, so den meisten und gefährlichsten Erdbeben unterworfen sind.

Durch die Vergleichung der Zeit ersehen wir, daß der Entzündungsplatz bei dem Erdbeben vom 1ten Nov. in dem Boden der See gewesen. Der Tajo, der schon vor der Erschütterung aufschwoll, der Schwefel, den Seefahrende mit dem Senkblei aus dem erschütterten Grunde brachten, und die Heftigkeit der Stöße, die sie fühlten, bestätigen es. Die Geschichte vormaliger Erdbeben giebt es auch deutlich zu erkennen, daß in dem Meeresgrunde jederzeit die fürchterlichste Erschütterungen vorgefallen sind und nächst diesem in den Örtern, welche an dem Seeufer oder nicht weit davon entfernt liegen. Zum Beweise des ersteren führe ich die tobende Wuth an, womit die unterirdische Entzündung oft neue Inseln aus dem Boden des Meeres erhoben hat und z. E. im Jahr 1720 nahe bei der Insel St. Michael, einer von den Azorischen, aus einer Tiefe von 60 Klafter durch den Auswurf der Materie aus dem Grunde der See eine Insel auswarf, die 1 Meile lang und etliche Klafter über dem Meere erhoben war. Die Insel bei Santorino im Mittelländischen Meer, die in unserm Jahrhundert vor den Augen vieler Menschen aus dem Meeresgrunde in die Höhe kam, und viele andere Beispiele, die ich der Weitläuftigkeit wegen übergehe, sind unverwerfliche Beweise hievon.

Wie oft erleiden nicht die Schiffer ein Seebeben;

und es sind in einigen Gegenden, vornehmlich in der Nachbarschaft gewisser Inseln, die Meere mit den Bimssteinen und anderer Gattung vom Auswurfe eines durch den Boden des Oceans ausgebrochenen Feuers genugsam angefüllet. Die Bemerkung der häufigen Erschütterungen des Seegrundes hängt mit der Frage natürlicher Weise zusammen: woher unter allen Örtern des festen Landes keine heftigern und öfteren Erdbeben unterworfen sind, als diejenige, die nicht weit vom Meeresufer liegen. Dieser letztere Satz hat eine unzweifelhafte Richtigkeit: Laßt uns die Geschichte der Erdbeben durchlaufen, so finden wir unendlich viel Unglücksfälle, die Städten oder Ländern durch Erdbeben widerfahren sind, welche nahe beim Seeufer liegen, aber sehr wenige und alsdenn von geringer Erheblichkeit, welche in der Mitte des festen Landes wahrgenommen worden. Die alte Geschichte berichtet uns schon entsetzliche Verheerungen, die dieses Unheil an den Meeresküsten von Kleinasien oder Afrika verübt hat. Wir finden aber weder darunter noch unter den neuern beträchtliche Erschütterungen in der Mitte großer Länder. Italien, welches eine Halbinsel ist, die mehresten Inseln aller Meere, der Theil von Peru, der am Meeresufer liegt, erleiden die größte Anfälle dieses Übels. Und noch in unsern Tagen sind alle westliche und südliche Küsten von Portugal und Spanien weit mehr erschüttert worden, als das Innere des festen Landes. Ich gebe von beiden Fragen folgende Auflösung.

Unter allen fortgehenden Höhlen, die unter der obersten Rinde der Erde begriffen sind, müssen diejenige ohne Zweifel die engsten sein, die unter dem Meeresgrunde fortlaufen, weil daselbst der fortgesetzte Boden des festen Landes in die größte Tiefe herabgesunken ist und weit niedriger auf seiner untersten Grundlage ruhen muß, als die Örter, die gegen die Mitte des Landes hinliegen. Nun ist es aber bekannt, daß in engen Höhlen eine entzündete, sich ausdehnende Materie heftiger um sich wirken müsse, als wo sie sich ausbreiten kann. Überdem ist es natürlich zu glauben, daß, da bei der unterirdischen

Erhitzung nicht zu zweifeln ist, die aufwallende mineralischen und entzündbare Materien werden sehr öfters in Fluß gerathen sein, wie die Schwefelströme und die Lava, die aus den feuerspeienden Bergen oft ergossen worden, es bezeugen können, und werden daher wegen des natürlichen Abhanges des Bodens der unterirdischen Grüfte nach den niedrigsten Höhlen des Meeresgrundes jederzeit abgeflossen sein, wegen des häufigen Vorraths der entzündbaren Materie hier häufigere und gewaltigere Erschütterungen sich zutragen müssen.

Hr. Bouguer muthmaßt mit Recht, daß das Durchdringen des Meerwassers durch Eröffnung einiger Spalten in dem Boden desselben die zur Erhitzung natürlich geneigte mineralische Materien in die heftigste Aufwallung bringen müsse. Denn wir wissen, daß nichts das Feuer erhitzter Mineralien in entsetzlichere Wuth versetzen kann, als der Zufluß des Wassers, welches das Toben desselben so lange vermehrt, bis seine sich nach allen Seiten ausbreitende Gewalt dem ferneren Zugang desselben durch den Auswurf aller irdischen Materien und Verstopfung der Öffnung gewehret hat.

Meinem Erachten nach rühret die vorzügliche Heftigkeit, womit ein am Meeresufer liegender Grund erschüttert wird, zum Theil ganz natürlicher Weise von dem Gewicht her, womit das Meereswasser seinen damit benachbarten Boden belastet. Denn jedermann siehet leichtlich ein, daß die Gewalt, womit das unterirdische Feuer dieses Gewölbe, worauf eine so erstaunliche Last ruhet, zu erheben trachtet, sehr müsse zurück gehalten werden und, indem es hier keinen Raum seiner Ausbreitung vor sich findet, seine ganze Gewalt gegen den Boden des trockenen Landes kehren müsse, welcher damit zunächst verbunden ist.

Von der Richtung, nach welcher der Boden durch ein Erdbeben erschüttert wird.

Die Richtung, nach welcher das Erdbeben sich in weite Länder ausbreitet, ist von derjenigen unterschieden, nach welcher der Boden erschüttert wird,

an dem es seine Gewalt ausübet. Wenn die oberste Decke der verborgenen Gruft, darin die entzündete Materie sich ausdehnet, eine horizontale Richtung hat, so muß er wechselsweise in senkrechter Stellung gehoben und gesenkt werden, weil nichts ist, was die Bewegung mehr nach einer als nach der andern Seite lenken könnte. Ist aber die Erdlage, welche die Wölbung ausmacht, nach einer Seite geneigt, so treibt die erschütternde Kraft des unterirdischen Feuers sie auch mit einer schiefen Richtung gegen den Horizont in die Höhe, und man kann die Richtung abnehmen, nach welcher die Wankung des Bodens jederzeit geschehen muß, wenn diejenige allemal sicher bekannt wäre, nach welcher die Schichte der Erde abhängt, unter welcher die Feuergruft befindlich ist. Der Abhang der obersten Fläche des erschütterten Bodens ist kein sicheres Merkmal von der schiefen Stellung, die das Gewölbe in seiner ganzen Dicke hat; denn die Erdlagen, welche oben aufliegen, können mannigfaltige Beugungen und Hügel machen, nach denen sich die unterste Grundlage gar nicht richtet. Buffon ist der Meinung, daß alle verschiedene Schichten, die auf der Erden gefunden werden, einen allgemeinen Grundfels zur Base haben, der alle beschlossene tiefe Höhlungen von oben decket, und dessen einige Theile auf den Gipfeln hoher Berge gemeiniglich entblößt sein, wo Regen und Sturmwinde die lockere Substanz völlig abgespült haben. Diese Meinung bekommt durch das, was die Erdbeben zu erkennen geben, viel Wahrscheinlichkeit. Denn eine dermaßen wüthende Gewalt, als die Erdbeben ausüben, würde eine andere als felsichte Wölbung durch die öfters erneuerte Anfälle längst zertrümmert und aufgerieben haben.

Der Abhang dieser Wölbung ist an dem Meeresufer ohne Zweifel nach dem Meere hin geneigt und also nach derjenigen Richtung abschießig, nach welcher das Meer dem Orte liegt. An dem Ufer eines großen Flusses muß sie in der Richtung abschüssig sein, wohin der Ablauf des Stromes gehet; denn wenn man die sehr lange und öfters einige hundert Meilen übertreffende Strecken betrachtet, die die Flüsse auf dem

festen Lande durchlaufen, ohne daß sie stehende Pfützen oder Seen unterwegens machen, so kann man diesen einförmigen Abhang wohl durch nichts anders erklären, als durch diejenige überaus feste Grundlage, die, indem sie ohne vielfältige Einbeugungen sich einförmig zu dem Meeresgrunde hinneiget, dem Flusse eine schiefe Fläche zum Ablaufe verschaffet. Daher ist zu vermuthen, daß die Schwankung des Bodens einer erschütterten Stadt, die an einem großen Flusse liegt, in der Richtung dieses Flusses, als im Tajo von Abend und Morgen geschehen werde;*) derjenigen aber, die am Meeresufer liegt, in der Richtung, nach welcher dieses zum Meere sich neiget. Ich habe an einem andern Orte angeführet, was die Lage des Bodens dazu beitragen kann, eine Stadt, deren Hauptstraßen in eben der Richtung fortgehen, als dieser abschießig ist, bei einem vorfallenden Erdbeben völlig zu zerstören. Diese Anmerkung ist nicht ein Einfall der bloßen Vermuthung; es ist eine Sache der Erfahrung. Gentil, der selbst von sehr vielen Erdbeben gute Kenntnisse einzuholen Gelegenheit hatte, berichtet dieses als eine Beobachtung, die durch viele Exempel bestätigt worden, daß, wenn die Richtung, nach der der Boden erschüttert wird, mit der Richtung, nach welcher die Stadt erbauet ist, gleichläuft, sie ganz und gar umgeworfen werde, anstatt daß, wenn sie diese rechtwinklicht durchschneidet, weniger Schade geschieht.

Die Historie der Königl. Akad. zu Paris berichtet: daß, da Smyrna, welches an dem östlichen Ufer des Mittelländischen Meeres liegt, im Jahr 1688 erschüttert wurde, alle Mauren, die die Richtung von Osten nach Westen hatten, eingestürzt wurden, und die, so von Norden nach Süden erbauet waren, stehen blieben.

---

*) Gleichwie ein Fluß eine abhängende Schiefe gegen das Meer hin hat, so haben die Länder zu den Seiten einen Abhang zu seinem Bette. Wenn dieses letztere selbst von der ganzen Erdschichte gilt, und diese in der größten Tiefe eben solche Abschießigkeit besitzet, so wird die Richtung der Erderschütterung auch durch diese bestimmt werden.

Der erschütterte Boden macht nämlich einige Schwankungen und beweget alles, was auf ihm der Länge nach in der Richtung der Schwankung aufgeführt ist, am stärksten. Alle Körper, die eine große Beweglichkeit haben, z. E. die Kronleuchter in den Kirchen, pflegen bei den Erdbeben die Richtung, nach der die Stöße geschehen, anzuzeigen und sind weit sicherere Merkmaale vor eine Stadt, um die Lage daraus abzunehmen, nach welcher sie sich anbauen muß, als die schon angeführte etwas zweifelhaftere Kennzeichen.

Von dem Zusammenhange der Erdbeben mit den Jahreszeiten.

Der schon mehrmals angeführte französische Akademist, Hr. Bouguer, führt in seiner Reise nach Peru an, daß, wenn die Erdbeben in diesem Lande zu allen Jahreszeiten oft genug geschehen, dennoch die fürchterlichsten und häufigsten in den Herbstmonaten gegen das Ende des Jahres gefühlet werden. Diese Beobachtung findet nicht allein in Amerika zahlreiche Bestätigungen, indem außer dem Untergange der Stadt Lima vor 10 Jahren und der Versinkung einer andern eben so volkreichen im vorigen Jahrhundert sehr viel Exempel davon bemerket worden, sondern auch in unserm Welttheil finden wir außer dem letztern Erdbeben noch viele Beispiele in der Geschichte von Erschütterung und Auswürfen feuerspeiender Berge, die sich häufiger in den Herbstmonaten als in irgend einer andern Jahreszeit zugetragen haben. Sollte nicht eine gemeinschaftliche Ursache diese Übereinstimmung veranlassen, und auf welche kann man füglicher die Vermuthung werfen, als auf die Regen, die in Peru in dem langen Thale zwischen den Cordillerischen Gebirgen vom September bis in den April dauren, und die auch um die Herbstzeit bei uns am häufigsten sein? Wir wissen, daß, um einen unterirdischen Brand zu veranlassen, nichts nöthig sei, als die mineralische Materien in den Höhlen der Erde in Gährung zu bringen. Dieses thut aber das Wasser, wenn es sich durch die Klüfte der Berge

hindurch geseigert hat und in den tiefen Gängen sich verläuft. Die Regen haben die Gährung zuerst gereizet, die in der Mitte des Octobers so viel fremde Dämpfe aus dem Inwendigen der Erde herausstieß. Allein eben diese lockten dem Luftkreise noch mehr nasse Einflüsse ab, und das Wasser, das durch die Felsenritzen bis in die tiefsten Grüfte hineindrang, vollendete die angefangene Erhitzung.

Von dem Einfluß der Erdbeben in den Luftkreis.

Wir haben oben ein Beispiel von Wirkungen gesehen, die die Erderschütterungen auf unsere Luft haben. Es ist zu glauben, daß von den Ausbrüchen der unterirdischen erhitzten Dämpfe mehr Naturerscheinungen abhängen, als man sich wohl gemeiniglich einbildet. Es wäre kaum möglich, daß in den Witterungen eine solche Unregelmäßigkeit und so wenig Übereinstimmendes anzutreffen wäre, wenn nicht fremde Ursachen bisweilen in unsere Atmosphäre träten und ihre richtige Veränderungen in Unordnung brächten. Kann man sich wohl einen wahrscheinlichen Grund gedenken, warum, da der Lauf der Sonne und des Mondes an seine immer sich selbst ähnliche Gesetze gebunden ist, da Wasser und Erde, wenn man es im Großen nimmt, immer überein bleiben, doch der Ablauf der Witterungen auch selbst in einem Auszug vieler Jahre fast immer anders ausfällt? Wir haben seit der unglücklichen Erschütterung und kurz vor derselben eine so abweichende Witterung durch unsern ganzen Welttheil gehabt, daß man entschuldigt werden kann, wenn man desfalls einige Vermuthung auf die Erdbeben wirft. Es ist wahr, man hat wohl ehedem warme Winterwitterung gehabt, ohne daß einiges Erdbeben vorhergegangen; aber ist man denn sicher, daß nicht eine Gährung in dem Innern der Erde sehr oft Dämpfe durch die Felsenklüfte, die Spalten der Erdschichten und selbst durch derselben lockere Substanz hindurch getrieben habe, die da namhafte Veränderungen im Luftkreise nach sich haben ziehen können? Musschenbroeck, nachdem er bemerket hat, daß nur in diesem Jahrhundert und zwar

seit 1716 recht helle Nordlichter in Europa und bis in dessen südlichen Ländern gesehen worden, hält vor die wahrscheinlichste Ursache dieser Veränderung in dem Luftkreise, daß die feuerspeiende Berge und die Erdbeben, die einige Jahre vorher häufig gewüthet hatten, entzündbare und flüchtige Dünste ausgestoßen, die durch den natürlichen Abfluß der obersten Luft nach Norden sich dahin gehäufet und die feurige Lufterscheinungen hervorgebracht, die seit dem so häufig sind gesehen worden, und daß sie vermuthlich sich nach und nach verzehren müssen, bis neue Aushauchungen den Abgang wiederum ersetzen.

Diesen Grundsätzen nach laßt uns untersuchen, ob es nicht der Natur gemäß sei, daß eine veränderte Witterung wie diejenige, die wir gehabt haben, eine Folge von jener Katastrophe sein könne. Die helle Winterwitterung und die Kälte, die sie begleitet, ist nicht lediglich eine Folge von der größern Entfernung der Sonne von unserm Scheitelpunkte zu dieser Jahreszeit; denn wir empfinden es oft, daß dem ungeachtet die Luft sehr gemäßigt sein könne; sondern der Zug der Luft aus Norden, der auch zu Zeiten in einen Ostwind ausschlägt, bringt uns eine erkältete Luft bis aus der Eiszone her, die unsere Gewässer mit Eis belegt und uns einen Theil von dem Winter des Nordpols fühlen läßt. Dieser Zug der Luft von Norden nach Süden ist in den Herbst- und Wintermonaten so natürlich, wenn ihn nicht fremde Ursachen unterbrechen, daß in dem Ocean in genugsamer Entfernung von allem festen Lande dieser Nord- oder Nordostwind die ganze Zeit hindurch ununterbrochen angetroffen wird. Er rührt auch ganz natürlich von der Wirkung der Sonne her, die alsdenn über der südlichen Halbkugel die Luft verdünnet und dadurch der nordlichen ihren Herbeizug verursachet, so daß dieses als ein beständiges Gesetze angesehen werden muß, welches durch die Beschaffenheit der Länder wohl einigermaßen verändert, aber nicht aufgehoben werden kann. Wenn nun unterirdische Gährungen erhitzte Dämpfe irgendwo in den Ländern, die uns nach Süden liegen, ausstoßen, so werden diese anfänglich die Höhe des Luftkreises in der Gegend, wo sie auf-

steigen, dadurch verringern, daß sie ihre Ausspannungskraft schwächen und Platzregen, Orkane u. d. g. verursachen. Allein in der Folge wird dieser Theil der Atmosphäre, da er mit so viel Dünsten beladen ist, die benachbarte durch sein Gewicht bewegen und einen Zug der Luft von Süden nach Norden verursachen. Da nun aber die Bestrebung des Luftkreises von Norden nach Süden in unserem Erdstriche bei dieser Jahreszeit natürlich ist, so werden diese beide gegeneinander streitende Bewegungen sich aufhalten und erstlich eine trübe, regnichte Luft wegen der zusammen getriebenen Dünste, dabei aber doch einen hohen Stand des Barometers*) nach sich ziehen, weil die durch den Streit zweier Winde zusammengedrückte Luft eine hohe Säule ausmachen muß; und man wird dadurch sich in die scheinbare Unrichtigkeit der Barometer finden lernen, wenn bei hohem Stande derselben doch regenhaftes Wetter ist, denn alsdenn ist eben diese Nässe der Luft eine Wirkung zweier einander entgegen streitenden Luftzüge, welche die Dünste zusammentreiben und dennoch die Luft ansehnlich verdichten und schwerer machen können.

Ich kann nicht mit Stillschweigen übergehen: daß an dem schrecklichen Tage Allerheiligen die Magnete in Augsburg ihre Last abgeworfen haben und die Magnetnadeln in Unordnung gebracht worden. Boyle berichtet schon, daß einsmals nach einem Erdbeben in Neapel eben dergleichen vorgegangen. Wir kennen die verborgene Natur des Magnets zu wenig, um von dieser Erscheinung Grund angeben zu können.

Von dem Nutzen der Erdbeben.

Man wird erschrecken eine so fürchterliche Strafruthe der Menschen von der Seite der Nutzbarkeit angepriesen zu sehen. Ich bin gewiß, man würde gerne Verzicht darauf thun, um nur der Furcht und der Gefahren überhoben zu sein, die damit verbunden sind. So sind wir Menschen geartet. Nachdem wir einen

*) Dergleichen bei dieser nassen Winterwitterung fast beständig bemerkt worden.

widerrechtlichen Anspruch auf alle Annehmlichkeit des Lebens gemacht haben, so wollen wir keine Vortheile mit Unkosten erkaufen. Wir verlangen, der Erdboden soll so beschaffen sein, daß man wünschen könnte darauf ewig zu wohnen. Über dieses bilden wir uns ein, daß wir alles zu unserm Vortheil besser regieren würden, wenn die Vorsehung uns darüber unsere Stimme abgefragt hätte. So wünschen wir z. E. den Regen in unserer Gewalt zu haben, damit wir ihn nach unserer Bequemlichkeit das Jahr über vertheilen könnten und immer angenehme Tage zwischen den trüben zu genießen hätten. Aber wir vergessen die Brunnen, die wir gleichwohl nicht entbehren könnten, und die doch auf solche Art gar nicht würden unterhalten werden. Eben so wissen wir den Nutzen nicht, den uns eben die Ursachen verschaffen könnten, die uns in den Erdbeben erschrecken, und wollten sie doch gerne verbannet wissen.

Als Menschen, die geboren waren, um zu sterben, können wir es nicht vertragen, daß einige im Erdbeben gestorben sind, und als die hier Fremdlinge sind und kein Eigenthum besitzen, sind wir untröstlich, daß Güter verloren worden, die in kurzem durch den allgemeinen Weg der Natur von selbst wären verlassen worden.

Es läßt sich leicht rathen, daß, wenn Menschen auf einem Grunde bauen, der mit entzündbaren Materien angefüllet ist, über kurz oder lang die ganze Pracht ihrer Gebäude durch Erschütterungen über den Haufen fallen könne; aber muß man denn darum über die Wege der Vorsehung ungeduldig werden? Wäre es nicht besser also zu urtheilen: Es war nöthig, daß Erdbeben bisweilen auf dem Erdboden geschähen, aber es war nicht nothwendig, daß wir prächtige Wohnplätze darüber erbaueten? Die Einwohner in Peru wohnen in Häusern, die nur in geringer Höhe gemauert sein, und das übrige besteht aus Rohr. Der Mensch muß sich in die Natur schicken lernen, aber er will, daß sie sich in ihn schicken soll.

Was auch die Ursache der Erdbeben den Menschen auf einer Seite jemals vor Schaden erweckt hat, das

kann sie ihm leichtlich auf der andern Seite mit Gewinst ersetzen. Wir wissen, daß die warme Bäder, die vielleicht einem beträchtlichen Theil der Menschen zur Beförderung der Gesundheit in der Folge der Zeiten können dienlich gewesen sein, durch eben dieselbe Ursachen ihre mineralische Eigenschaft und Hitze haben, wodurch die Erhitzungen in dem Innern der Erde vorgehen, welche diese in Bewegung setzen.

Man hat schon längst vermuthet, daß die Erzstufen in den Gebirgen eine langsame Wirkung der unterirdischen Hitze sein, die die Metalle durch allmähliche Wirkungen zur Reife bringt, indem sie sie durch durchdringende Dämpfe in der Mitte des Gesteins bildet und kocht.

Unser Luftkreis bedarf außer den groben und todten Materien, die er in sich enthält, auch ein gewisses wirksames Principium, flüchtige Salze und Theile, die in den Zusammensatz der Pflanzen kommen sollen, sie zu bewegen und auszuwickeln. Ist es nicht glaublich, daß die Naturbildungen, die beständig einen großen Theil davon aufwenden, und die Veränderung, die alle Materie durch die Auflösung und Zusammensetzung endlich erleidet, die wirksamste Partikeln mit der Zeit gänzlich verzehren würden, wenn nicht von Zeit zu Zeit ein neuer Zufluß geschähe? Zum wenigsten wird das Erdreich immer unkräftiger, wenn es kräftige Pflanzen nährt, aber die Ruhe und der Regen bringen es wieder in den Stand. Wo würde aber endlich die kräftige Materie herkommen, die ohne Ersetzung verwandt wird, wenn nicht eine anderweitige Quelle ihren Zufluß unterhielte? Und diese ist vermuthlich der Vorrath, den die unterirdische Grüfte an den wirksamsten und flüchtigsten Materien enthalten, davon sie von Zeit zu Zeit einen Theil auf die Oberfläche der Erde ausbreiten. Ich merke noch an, daß Hales mit sehr glücklichem Erfolg die Gefängnisse und überhaupt alle Örter, deren Luft mit thierischen Ausduftungen angesteckt wird, durch das Räuchern des Schwefels befreiet. Die feuerspeiende Berge stoßen eine unermeßliche Menge schwefelichter Dämpfe in den Luftkreis aus, wer weiß, würden die thierische Ausdünstungen, womit dieser beladen ist,

nicht mit der Zeit schädlich werden, wenn jene nicht ein kräftiges Gegenmittel dawider abgäben.

Zuletzt dünkt mir die Wärme in dem Innern der Erde einen kräftigen Beweis von der Wirksamkeit und dem großen Nutzen der Erhitzungen, die in tiefen Grüften vorgehen, abzugeben. Es ist durch tägliche Erfahrungen ausgemacht, daß es in großen, ja in den größten Tiefen, dazu Menschen in dem Innern der Berge nur gelanget sind, eine immerwährende Wärme gebe, die man unmöglich der Wirkung der Sonne zuschreiben kann. Boyle zieht eine gute Anzahl Zeugnisse an, daraus erhellet, daß in allen tiefsten Schachten man zuerst die obere Gegend weit kälter finde als die äußere Luft, wenn es zur Sommerzeit ist, je tiefer man sich aber herablasse, desto wärmer befinde man die Gegend, so daß in der größten Tiefe die Arbeiter genöthigt sind die Kleider bei ihrer Arbeit abzulegen. Jedermann begreift es leicht, daß, da die Sonnenwärme nur auf eine sehr geringe Tiefe in die Erde dringt, sie in den alleruntersten Grüften nicht die geringste Wirkung mehr thun könne; und daß die daselbst befindliche Wärme von einer Ursache abhänge, die nur in der größten Tiefe herrscht, ist überdem aus der verminderten Wärme zu ersehen, je höher man sogar zur Sommerzeit von unten hinauf kommt. Boyle, nachdem er die angestellte Erfahrungen behutsam verglichen und geprüft hat, schließt sehr vernünftig, daß in den untersten Höhlen, zu welchen wir nicht gelangen können, beständige Erhitzungen und ein dadurch unterhaltenes unauslöschliches Feuer müssen anzutreffen sein, das seine Wärme der obersten Rinde mittheilet.

Wenn sich dieses also verhält, wie man sich denn nicht entbrechen kann es zuzugeben, werden wir uns nicht von diesem unterirdischen Feuer die vortheilhafteste Wirkungen zu versprechen haben, welches der Erde jederzeit eine gelinde Wärme erhält zu der Zeit, wenn uns die Sonne die ihrige entziehet, welches den Trieb der Pflanzen und die Ökonomie der Naturreiche zu befördern im Stande ist? Und kann uns wohl bei dem Anschein so vieler Nutzbarkeit der Nachtheil, der dem menschlichen Ge-

schlecht durch einen und die andere Ausbrüche derselben erwächst, der Dankbarkeit überheben, die wir der Vorsehung vor alle Anstalten derselben schuldig sein?

Die Gründe, die ich zur Aufmunterung derselben angeführt habe, sind freilich nicht von der Art derjenigen, welche die größeste Überzeugung und Gewißheit verschaffen. Allein auch Muthmaßungen sind annehmungswürdig, wenn es darauf ankommt, den Menschen zu der Dankbegierde gegen das höchste Wesen zu bewegen, das selbst alsdenn, wenn es züchtiget, verehrungs- und liebenswürdig ist.

Anmerkung.

Ich hatte oben angeführt, daß die Erdbeben schwefelichte Ausdämpfungen durch das Gewölbe der Erde hindurch treiben. Die letzte Nachrichten von den Schachten in den sächsischen Gebirgen bestätigen es durch ein neues Beispiel. Man findet sie jetzo so angefüllt von schwefelichten Dämpfen, daß die Arbeiter sie verlassen müssen. Die Begebenheit von Tuam in Irland, da eine leuchtende Lufterscheinung in der Gestalt von Wimpeln und Flaggen auf der See erschienen, die ihre Farben nach und nach änderten und zuletzt ein helles Licht ausbreiteten, worauf ein heftiger Stoß von Erdbeben erfolgte, ist eine neue Bestätigung hievon. Die Verwandelung der Farben vom dunkelsten Blau bis in Roth und endlich in einen hellen weißen Schein ist der herausgebrochenen zuerst sehr dünnen Ausdämpfung, die nach und nach durch häufigeren Zufluß mehrer Dünste vermehret worden, zuzuschreiben, die, wie in der Naturwissenschaft bekannt ist, die Grade des Lichts von der blauen Farbe bis zur rothen und endlich bis in einen weißen Schein durchgehen müssen. Alles dieses ging vor dem Stoß vorher. Es war auch ein Beweis, daß der Herd der Entzündung in dem Grunde des Meeres gewesen, wie denn selbst das Erdbeben an der Meeresküste hauptsächlich verspüret worden.

Wenn man die Anmerkungen von den Örtern der Erde, da die häufigste und schwereste Erderschüt-

terungen von je her sind empfunden worden, weiter ausdehnen will, so kann man noch dazu setzen, daß die westliche Küsten jederzeit weit mehr Anfälle davon als die östlichen erlitten haben. In Italien, in Portugal, in Südamerika, ja selbst neulich in Irland hat die Erfahrung diese Übereinstimmung bestätigt. Peru, welches an dem westlichen Seeufer der neuen Welt lieget, hat fast tägliche Erschütterungen, da indessen Brasilien, welches den Ocean gegen Osten hat, nichts davon verspüret. Wenn man von dieser seltsamen Analogie einige Ursachen muthmaßen will, so kann man es wohl einem Gautier, einem Maler, verzeihen, wenn er die Ursache aller Erdbeben in den Sonnenstrahlen, der Quelle seiner Farben und seiner Kunst, sucht und sich einbildet, eben dieselbe treiben auch unsere große Kugel von Abend gegen Morgen herum, indem sie an die westliche Küsten stärker anschlagen, und eben dadurch würden diese Küsten mit so vielen Erschütterungen beunruhiget. Allein in einer gesunden Naturwissenschaft verdient ein solcher Einfall kaum die Widerlegung. Mir scheinet der Grund dieses Gesetzes mit einem andern in Verbindung zu stehen, wovon man noch zur Zeit keine genugsame Erklärung gegeben hat: daß nämlich die westliche und südliche Küsten fast aller Länder steiler abschüssig sein, als die östliche und nordliche, welches sowohl durch den Anblick der Karte als durch die Nachrichten des Dampiers, der sie auf allen seinen Seereisen fast allgemein befunden hat, bestätigt wird. Wenn man die Beugungen des festen Landes von den Einsinkungen herleitet, so müssen in den Gegenden der größten Abschießigkeit tiefere und mehr Höhlen anzutreffen sein, als wo die Erdrinde nur einen gemäßigten Abhang hat. Dieses aber hat mit den Erderschütterungen, wie wir oben gesehen haben, einen natürlichen Zusammenhang.

Schlußbetrachtung.

Der Anblick so vieler Elenden, als die letztere Katastrophe unter unsern Mitbürgern gemacht hat, soll die Menschenliebe rege machen und uns einen Theil des Unglücks empfinden lassen, welches sie mit

solcher Härte betroffen hat. Man verstößt aber gar sehr dawider, wenn man dergleichen Schicksale jederzeit als verhängte Strafgerichte ansieht, die die verheerte Städte um ihrer Übelthaten willen betreffen, und wenn wir diese Unglückselige als das Ziel der Rache Gottes betrachten, über die seine Gerechtigkeit alle ihre Zornschalen ausgießet. Diese Art des Urtheils ist ein sträflicher Vorwitz, der sich anmaßet, die Absichten der göttlichen Rathschlüsse einzusehen und nach seinen Einsichten auszulegen.

Der Mensch ist von sich selbst so eingenommen, daß er sich lediglich als das einzige Ziel der Anstalten Gottes ansiehet, gleich als wenn diese kein ander Augenmerk hätten, als ihn allein, um die Maßregeln in der Regierung der Welt darnach einzurichten. Wir wissen, daß der ganze Inbegriff der Natur ein würdiger Gegenstand der göttlichen Weisheit und seiner Anstalten sei. Wir sind ein Theil derselben und wollen das Ganze sein. Die Regeln der Vollkommenheit der Natur im Großen sollen in keine Betrachtung kommen, und es soll sich alles bloß in richtiger Beziehung auf uns anschicken. Was in der Welt zur Bequemlichkeit und dem Vergnügen gereicht, das, stellt man sich vor, sei bloß um unsertwillen da, und die Natur beginne keine Veränderungen, die irgend eine Ursache der Ungemächlichkeit für den Menschen werden, als um sie zu züchtigen, zu drohen oder Rache an ihnen auszuüben.

Gleichwohl sehen wir, daß unendlich viel Böse-wichter in Ruhe entschlafen, daß die Erdbeben gewisse Länder von je her erschüttert haben, ohne Unterscheid der alten oder neuen Einwohner, daß das christliche Peru so gut bewegt wird als das heidnische, und daß viele Städte von dieser Verwüstung von Anbeginn befreiet geblieben, die über jene sich keines Vorzuges der Unsträflichkeit anmaßen können.

So ist der Mensch im Dunkeln, wenn er die Absichten errathen will, die Gott in der Regierung der Welt vor Augen hat. Allein wir sind in keiner Ungewißheit, wenn es auf die Anwendung ankommt, wie wir diese Wege der Vorsehung dem Zwecke derselben gemäß gebrauchen sollen. Der Mensch ist nicht

geboren, um auf dieser Schaubühne der Eitelkeit ewige Hütten zu erbauen. Weil sein ganzes Leben ein weit edleres Ziel hat, wie schön stimmen dazu nicht alle die Verheerungen, die der Unbestand der Welt selbst in denjenigen Dingen blicken läßt, die uns die größte und wichtigste zu sein scheinen, um uns zu erinnern, daß die Güter der Erden unserm Triebe zur Glückseligkeit keine Genugthuung verschaffen können!

Ich bin weit davon entfernet hiemit anzudeuten, als wenn der Mensch einem unwandelbaren Schicksale der Naturgesetze ohne Nachsicht auf seine besondere Vortheile überlassen sei. Eben dieselbe höchste Weisheit, von der der Lauf der Natur diejenige Richtigkeit entlehnet, die keiner Ausbesserung bedarf, hat die niederen Zwecke den höheren untergeordnet, und in eben den Absichten, in welchen jene oft die wichtigsten Ausnahmen von den allgemeinen Regeln der Natur gemacht hat, um die unendlich höhere Zwecke zu erreichen, die weit über alle Naturmittel erhaben sind, wird auch die Führung des menschlichen Geschlechts in dem Regimente der Welt selbst dem Laufe der Naturdinge Gesetze vorschreiben. Wenn eine Stadt oder Land das Unheil gewahr wird, womit die göttliche Vorsehung sie oder ihre Nachbaren in Schrecken setzt, ist es denn wohl noch zweifelhaft, welche Partei sie zu ergreifen habe, um dem Verderben vorzubeugen, das ihnen drohet, und sind die Zeichen noch wohl zweideutig, die Absichten begreiflich zu machen, zu deren Vollführung alle Wege der Vorsehung einstimmig den Menschen entweder einladen oder antreiben?

Ein Fürst, der, durch ein edles Herz getrieben, sich diese Drangsale des menschlichen Geschlechts bewegen läßt, das Elend des Krieges von denen abzuwenden, welchen von allen Seiten überdem schwere Unglücksfälle drohen, ist ein wohlthätiges Werkzeug in der gütigen Hand Gottes und ein Geschenk, das er den Völkern der Erde macht, dessen Werth sie niemals nach seiner Größe schätzen können.

IX.

M. Immanuel Kants

fortgesetzte Betrachtung

der seit einiger Zeit wahrgenommenen

Erderschütterungen.

1756.

Das Feuer der unterirdischen Grüfte ist noch nicht beruhigt. Die Erschütterungen währeten nur noch neulich und erschrecketen Länder, denen dieses Übel von je her unbekannt gewesen. Die Unordnung im Luftkreise hat die Jahreszeit auf der Hälfte des Erdkreises verändert. Die Allerunwissendsten wollen die Ursache davon errathen haben. Man höret einige ohne Verstand und Nachdenken sprechen: die Erde habe sich verrückt und sei, ich weiß nicht um wie viel Grade, der Sonne näher gekommen; ein Urtheil, welches eines Kindermanns würdig wäre, wenn er wieder aufstände, Träume eines verrückten Kopfs vor Beobachtungen zu verkaufen. Dahin gehören auch diejenige, die die Kometen wieder auf die Bahn bringen, nachdem Whiston selbst die Philosophen gelehrt hat, sie zu fürchten. Es ist eine gemeine Ausschweifung, daß man den Ursprung eines Übels einige tausend Meilen weit herholet, wenn man ihn in der Nähe finden kann. So machen es die Türken mit der Pest; so machte man es mit den Heuschrecken, mit der Viehseuche und weiß Gott mit was vor andern Übeln mehr. Man schämt sich bloß, in der Nähe etwas sehen zu können. In unendlicher Ferne Ursachen zu erblicken, das ist erst ein rechter Beweis eines scharfsichtigen Verstandes.

Unter allen Muthmaßungen, die bei einer großen Abweichung von den Regeln einer richtigen Naturwissenschaft einige, die sie nicht zu prüfen wissen, leicht einnehmen können, gehöret der Gedanke, der in den öffentlichen Nachrichten dem Herrn Professor Profe zu Altona zugeschrieben wird. Es ist zwar schon lange, daß man bei Wahrnehmung großer Vorfälle auf dem Erdboden deswegen keinen Verdacht mehr auf die Planeten wirft. Die Verzeichnisse der harten

Beschuldigungen, die unsere lieben Vorfahren, die Herren Astrologen, diesen Sternen gemacht haben, sind in das Archiv veralteter Hirngespinste neben der wahrhaften Geschichte der Feen, den sympathetischen Wundern des Digby und Vallemonts und den nächtlichen Begebenheiten des Blocksbergs beigelegt. Aber seitdem die Naturwissenschaft von diesen Grillen gesäubert ist, so hat ein Newton eine wirkliche Kraft entdeckt und durch Erfahrung bestätigt, welche auch die entfernteste Planeten gegen einander und gegen unsere Erde ausüben. Allein zu allem Unglück vor diejenige, welche die Anwendung dieser merkwürdigen Eigenschaft bis zur Ausschweifung treiben wollen, ist das Maß dieser Kraft und die Art ihrer Wirkung bestimmt und zwar durch eben dieselbe Beobachtung mit Beihülfe der Geometrie, welcher wir die Offenbarung derselben zu danken haben. Man kann uns nun nicht mehr, was man will, von ihren Wirkungen weis machen. Wir haben die Wage in der Hand, an der wir die Wirkungen gegen die vorgegebene Ursache abwiegen können.

Wenn ein Mann, der es sich einmal hat erzählen lassen, daß der Mond die Gewässer der Erde zieht und dadurch das Aufschwellen und Niedersinken des Oceans, die man Ebbe und Fluth nennt, verursache, imgleichen daß alle Planeten mit einer ähnlichen Anziehungskraft begabt sind und, wenn sie der durch die Erde und Sonne gezogenen geraden Linie sich nahe befinden, ihre Anziehungskräfte mit des Mondes seiner vereinigen, wenn, sage ich, ein solcher, der keinen Beruf hat, die Sache genauer zu prüfen, vermuthete, daß diese vereinigte Kräfte nicht allein die Gewässer der Erde in diejenige gewaltsame Bewegung bringen könnten, die wir am 1sten Nov. ersehen haben, sondern auch wohl auch durch einen Einfluß in die unterirdische Luft den verborgenen Zunder zu Hervorbringung der Erdbeben reizen könne, so kann man nichts weiter von ihm verlangen. Aber von einem Naturkündiger erwartet man mehr. Es ist nicht genug, auf eine Ursache gerathen zu sein, die etwas mit der Wirkung Ähnliches hat; sie muß auch in Ansehung der Größe proportionirt sein. Ich will ein Exempel

anführen. Der Doctor List, ein sonst geschicktes Mitglied der Londonschen Societät, hatte wahrgenommen, daß die Seepflanze, Meerlinse genannt, eine ungemein starke Ausduftung an sich habe. Er bemerkte, daß sie sich häufig an den Küsten der Meere des heißen Erdstrichs befinde. Weil nun eine starke Ausduftung wohl leicht die Luft etwas bewegen kann, so schloß er, daß der allgemeine Ostwind, der in diesen Meeren beständig weht und sich mehr wie 1000 Meilen weit vom Lande erstreckt, davon herkomme, vornehmlich weil sich diese Pflanze nach der Sonne drehe. Das Lächerliche dieser Meinung steckt blos darin, daß die Ursache gegen die Wirkung ganz und gar kein Verhältniß hat. Eben so ist es mit der Kraft der Planeten bewandt, wenn man sie mit der Wirkung vergleicht, die von ihr herkommen soll, nämlich der Bewegung der Meere und Erregung der Erdbeben. Man wird vielleicht sagen: wissen wir denn die Größe der Kraft, womit diese Himmelskörper auf die Erde wirken können? Ich werde bald darauf antworten.

Herr Bouguer, ein berühmter französischer Akademist, erzählet, daß bei seinem Aufenthalt in Peru ein Gelehrter, welcher Professor der Mathematik auf der Universität zu Lima werden wollte, ein Buch unter dem Titel einer astronomischen Uhr der Erdbeben geschrieben habe, darin er sich unternimmt, diese aus dem Lauf des Mondes vorher zu verkündigen. Man kann leicht rathen, daß ein Prophet in Peru gut habe Erdbeben vorherzusagen, weil sie sich daselbst fast täglich zutragen und nur durch die Stärke unterschieden werden. Herr Bouguer setzt hinzu, daß ein Mensch, der ohne Nachdenken mit dem auf- und absteigenden Knoten des Mondes, der Erdnähe und Erdferne, der Conjunction und Opposition um sich wirft, wohl von ungefähr bisweilen etwas sagen könne, was durch den Ausgang bestätigt wird, und gestehet, daß er nicht immer unglücklich geweissagt habe. Er vermuthet selbst, daß es nicht gänzlich unwahrscheinlich sei, daß der Mond, der die Gewässer des Oceans so kräftig bewegt, einigen Einfluß auf die Erderschütterungen haben könne, entweder indem er das Gewässer, welches er außerordentlich erhebt, in gewisse Erd-

spalten führet, dahin es sonst nicht würde gelanget sein, und dieses die tobende Bewegung in den tiefen Höhlen verursache, oder durch irgend eine andere Art des Zusammenhanges.

Wenn man in Erwägung zieht, daß die Anziehungskräfte der Himmelskörper in das Innerste der Materie wirken und daher die in den tiefsten und verborgensten Gängen der Erde verschlossene Luft in Bewegung bringen können, so kann schwerlich dem Monde aller Einfluß in die Erdbeben abgesprochen werden. Diese Kraft würde aber höchstens nur die in der Erde befindliche entzündbare Materien reizen, das übrige, die Erschütterung, die Wasserbewegung, werden lediglich eine Wirkung dieser letzteren sein.

Wenn man von dem Monde weiter in den Planetenhimmel hinaufsteigt, so verschwindet dieses Vermögen nach und nach, so wie die Entfernungen derselben zunehmen, und die Kräfte aller Planeten, mit einander vereinigt, leisten, wenn man sie mit der Kraft des einzigen, uns so nahen Mondes vergleicht, nur einen unendlich kleinen Theil derselben.

Newton, der das vortreffliche Gesetz der Anziehung entdeckt hat, welches für den glücklichsten Versuch angesehen werden muß, den der menschliche Verstand in der Erkenntniß der Natur noch gethan hat, lehret die Anziehungskräfte der Planeten, die Monde um sich haben, finden und bestimmt des Jupiters, des größten unter allen Planeten seine etwas gringer als den tausendsten Theil der Anziehungskraft der Sonne. Das Vermögen durch diese Kraft Veränderungen auf unserer Erde hervorzubringen nimmt, wie der Würfel der Entfernungen von derselben umgekehrt ab und ist also bei dem Jupiter, der mehr wie 5mal weiter von der Erde entfernet ist als die Sonne, wenn man das Verhältniß seiner Anziehungskraft dazu nimmt, 130000mal kleiner, als was die Anziehungskraft der Sonne auf unserer Erde allein wirken kann. Nun kann aber die Anziehung der Sonne das Wasser des Oceans ungefähr 2 Fuß hoch erheben, wie die Erfahrung, mit der Rechnung vereinigt, es bekannt gemacht haben, also wird die Anziehung des Jupiters, wenn sie mit der Sonne ihrer vereinigt ist,

noch den 65sten Theil eines Decimalscrupels zu dieser Höhe hinzuthun, welches ohngefähr den 30sten Theil einer Haaresbreite ausmachen würde. Wenn man erwäget, daß Mars und Venus ungleich kleinere Körper sind als Jupiter und die Anziehungskräfte ihrem Klumpen proportionirt sein, so tut man noch zu viel, wenn man beiden zusammengenommen ohngefähr doppelt soviel Vermögen, durch die Anziehung auf unserer Erde zu wirken, beilegt, als dem Jupiter, weil sie uns ohngefähr 3mal näher sind als jener, ob sie gleich viele hundertmal weniger körperlichen Inhalt und mithin Anziehungskraft besitzen, als er. Aber wenn ich auch freigebig wäre, ihre Kraft 10fach größer zu machen, so können sie doch, wenn sie selbige vereinigen, nicht ein Drittel einer Haaresdicke das Meereswasser aufschwellend machen. Wenn man die übrige Planeten, den Mercur und Saturn, noch dazu nimmt und sie alle in Conjunction betrachtet, so wirds offenbar, daß sie noch lange nicht um eine halbe Haaresbreite die Aufschwellung der Wasser, die der Mond und die Sonne gemeinschaftlich hervorbringen, vermehren können. Ist es nun nicht lächerlich von der Anziehung des Mondes und der Sonnen erschreckliche Wasserbewegungen zu besorgen, wenn die Höhe, zu der sie das Gewässer bringen, um die Hälfte einer Haaresbreite vermehret worden, da ohne diese keine Gefahr zu besorgen wäre? Alle übrige Umstände widerlegen die angebliche Ursache gänzlich. Gleichwie der Mond nicht allein denselben Augenblick, wenn er der durch die Sonne und Erde gezogenen geraden Linie am nächsten tritt, sondern auch einige Tage vor- und nachher die höchste Fluth macht, so sollten die vereinigte Planeten etliche Tage hintereinander und in diesen etliche Stunden hindurch Wasserbewegungen und Erdbeben gemacht haben, wenn sie einigen Antheil daran gehabt hätten.

Ich muß meine Leser um Verzeihung bitten, daß ich sie so weit an dem Firmament herumgeführt habe, um von den Begebenheiten richtig urtheilen zu können, die auf unserer Erde vorgegangen sind. Die Mühe, die man anwendet, die Quellen der Irrthümer zu verstopfen, verschaffet uns auch ein gereinigtes Erkennt-

niß. Ich werde in dem folgenden Stücke die merkwürdigsten Erscheinungen der großen Naturbegebenheit in Erwägung ziehen, die seit denjenigen vorgegangen sind, welche ich in einer besondern Abhandlung zu erklären mich bemühet habe.

Die Planeten sind vor dem Richterstuhle der Vernunft von der Anklage losgesprochen, einigen Antheil an der Ursache der Verwüstung gehabt zu haben, die uns in den Erdbeben widerfähret. Forthin soll sie niemand deswegen weiter in Verdacht halten. Es sind wohl eher einige Planeten in Verbindung gewesen, und man hat kein Erdbeben gefühlt. Peirescius sahe nach dem Zeugniß des Gassendus die seltene Verbindung der 3 obern Planeten im Jahr 1604, die sich nur in 800 Jahren einmal zuträgt, aber die Erde blieb in Sicherheit. Wenn der Mond, auf den noch einzig und allein die Vermuthung mit einiger Wahrscheinlichkeit fallen könnte, daran Antheil hätte, so müßten die mitwirkende Ursachen in so vollem Maße vorhanden sein, daß auch der schwächste äußere Einfluß den Ausschlag der Veränderung geben könnte. Denn der Mond kommt oft in die Stellung, darin er die größte Wirkung auf den Erdboden ausübet, aber er erregt nicht eben so oft Erdbeben. Das vom 1. Nov. trug sich bald nach dem letzten Viertheil zu; alsdenn aber sind die Einflüsse desselben die schwächsten, wie die Newtonische Theorie und die Erfahrung es ausweisen. Lasset uns also nur auf unserem Wohnplatze selber nach der Ursache fragen, wir haben die Ursache unter unsern Füßen.

Seit denen Erschütterungen, die vorher schon angeführt worden, sind keine vorgefallen, die sich in weitere Länder erstreckt hätten, als das Erdbeben vom 18ten Febr. Es wurde in Frankreich, England, Deutschland und den Niederlanden gefühlt. Es war an den mehresten Orten, wie aus Westphalen, dem Hannöverschen und Magdeburgischen berichtet worden, mehr einer leichten Schaukelung eines durch unterirdische heftige Stürme bewegten Erdreichs zu vergleichen, als den Stößen einer entbrannten Materie. Nur die obersten Etagen in den Gebäuden fühleten die Schwankung, unten auf der Erde ward sie kaum be-

merkt. Schon den 13ten und 14ten vorher wurden in den Niederlanden und den benachbarten Orten Erschütterungen gefühlet, und in diesen Tagen, vornehmlich vom 16ten auf den 18ten, wütheten weit und breit in Deutschland, Polen, England Orkane, es zeigeten sich Blitze und Ungewitter, kurz der Luftkreis war in eine Art von Gährung gebracht, welches zur Bestätigung dessen dienen kann, was wir schon bei anderer Gelegenheit angemerkt haben, nämlich daß die Erdbeben oder die unterirdische Entzündungen, die ihre Ursache sein, unsere Atmosphäre verändern, indem sie fremde Dünste in dieselbe ausstoßen.

Hin und wieder sind einige Einsinkungen des Erdreichs geschehen. Es haben sich Felsenstücke von den Gebirgen abgerissen und sind mit fürchterlicher Gewalt in die Thäler gerollt. Diese Begebenheiten tragen sich öfters auch ohne vorgegangene Erdbeben zu. Anhaltende Regen machen, daß die Quelladern, von Wasser angefüllt, öfters die Grundlage eines Stück Landes unterwaschen, indem sie das Erdreich hinwegspülen und eben so Felsenstücke, vornehmlich wenn Frost und Nässe ihre Wirkungen vereinigen, von den Gipfeln der Berge abreißen. Die große Klüfte und Erdspalten, die sich hin und wieder in der Schweiz und anderwärts geöffnet und wieder größtentheils geschlossen haben, sind deutlichere Beweisthümer einer ausdehnenden unterirdischen Gewalt, wodurch die Schichten von etwas geringerer Dichtigkeit zerborsten sind. Wenn wir diese Zerbrechlichkeit unseres Fußbodens, den Vorrath der unterirdischen Gluth, die vielleicht allenthalben die entzündbare Materien, die Steinkohlenlagen, die Harze und Schwefel in einem stets lodernden Feuer unterhalten mögen (so wie Steinkohlen-Bergwerke öfters, wenn sie sich von selbst an der Luft entzündet haben, Jahrhunderte hindurch glühen und um sich greifen), wenn wir, sage ich, diese Verfassung der unterirdischen Höhlen betrachten, scheinet nicht bei derselben ein Wink genug zu sein, um unsere Wölbungen in ganze Meere von glühendem Schwefel zu versenken und unsere bewohnte Plätze mit Strömen von brennenden Materien zu verwüsten, so wie die ausgegossene Lava die Flecken verheerete,

die neben dem Fuße des Ätna in einer unbekümmerten Ruhe angebauet waren? Der Herr D. Poll hat Recht, daß er in einer kurzen Abhandlung vom Erdbeben nichts weiter als Wasser fordert, um die stets glimmende Gluth unter der Erde durch ausgespannte Wasserdünste in Bewegung und die Erde in Erschütterung zu bringen; allein wenn er dem Lemerischen Experimente, (welches durch eine Mischung vom Schwefel und Feilstaub vermittelst Hinzuthuung des Wassers die Erschütterungen begreiflich machte), die Tauglichkeit dadurch benehmen will, daß er saget, in der Erde werde kein gediegen Eisen, sondern bloße Eisenerde angetroffen, welche bei diesem Versuch nicht das Begehrte leistet, so gebe ich zu überlegen, ob erstlich nicht die vielfache Ursache der Erhitzung, z. E. die Auswitterung der Schwefelkiese, die Gährungen durch die Dazukunft des Wassers, wie nach einem Regen an der ausgegossenen Lava, imgleichen an dem immerwährenden Erdbrande von Pietra Mala verspüret wird, nachdem sie die tief befindliche Eisenerde zu gekörntem Eisen ausgeschmolzen, oder auch der Magnetstein, der der Natur des gediegenen Eisens so nahe kommt, und der ohne Zweifel allenthalben in der Tiefe reichlich angetroffen wird, zu der Ausübung dieses Experiments im großen nicht hinlängliche Materie liefern können. Die sehr seltsame Bemerkung, die aus der Schweiz berichtet worden, da ein Magnet während des Erdbebens von seiner senkrechten Richtung zusammt dem Faden, an dem er aufgehänget war, einige Grade abwich, scheinet die Mitwirkung der magnetischen Materien beim Erdbeben zu bestätigen.

Es wäre ein Werk von weitläuftiger Ausführung, alle die Hypothesen, die ein jeder, um sich selbst neue Wege der Untersuchung zu bahnen, aufbringt, und deren eine öfters den Platz der andern wie die Meereswellen einnimmt, anzuführen und zu prüfen. Es giebt auch einen gewissen richtigen Geschmack in der Naturwissenschaft, welcher bald die freie Ausschweifungen einer Neuigkeitsbegierde von den sichern und behutsamen Urtheilen, welche das Zeugniß der Erfahrung und der vernünftigen Glaubwürdigkeit auf ihrer Seite haben, zu unterscheiden weiß. Der Pater

Bina und nur kürzlich der Hr. Professor Krüger bringen die Meinung empor, die die Erscheinungen des Erdbebens mit denen von der Elektricität auf gleiche Ursachen setzet. Noch eine größere Kühnheit ist in dem Vorschlage des Hrn. Prof. Hollmanns, der, nachdem er die Nützlichkeit der Luftöffnungen in einem von entzündeten Materien geängstigten Erdreiche durch das Exempel der feuerspeienden Berge erwiesen, ohne welche die Königreiche Neapel und Sicilien nicht mehr sein würden, haben will, daß man die oberste Rinde der Erde bis in die tiefste brennende Klüfte durchgraben und dem Feuer dadurch einen Ausgang verschaffen solle. Die entsetzliche Dicke zusammt der Festigkeit der inwendigen Schichten, ohne welche solche grausame Anfälle der Erschütterungen ein solches Land gewiß längst würden zertrümmert haben, imgleichen das Wasser, das allen Durchgrabungen bald ein Ziel setzt, und endlich das Unvermögen der Menschen machen diesen Vorschlag zu einem schönen Traume. Von dem Prometheus der neuern Zeiten, dem Hrn. Franklin, an, der den Donner entwaffnen wollte, bis zu demjenigen, welcher das Feuer in der Werkstatt des Vulkans auslöschen will, sind alle solche Bestrebungen Beweisthümer von der Kühnheit des Menschen, die mit einem Vermögen verbunden ist, welches in gar geringer Verhältniß dazu stehet, und führen ihn zuletzt auf die demüthigende Erinnerung, wobei er billig anfangen sollte, daß er doch niemals etwas mehr als ein Mensch sei.

X.

Ueber die Vereinigung von Metaphysik und Geometrie in ihrer Anwendung auf die Naturphilosophie,

wovon die erste Probe

die physische Monadologie bildet,

welche

unter Genehmigung der hochgeehrten philosophischen Fakultät am X. April zwischen VIII und X Uhr im philosophischen Hörsaale

M. Immanuel Kant vertheidigen wird,

wobei

Lucas David Vogel,
der Theologie Beflissener aus Königsberg,

Respondent

und die hochwohlgeborenen und edlen Männer

Ludwig Ernst Borowski,
der Theologie Beflissener aus Königsberg,

Georg Ludwig Mühlenkampf,
der Theologie Beflissener aus Trempin bei Darkehmen,

und

Ludwig Johann Krusemark,
der Theologie Beflissener aus Kyritz in der Mark,

Opponenten sein werden.

1756.

Dem berühmten, hochedelgeborenen
und hervorragenden Manne

Herrn

Wilhelm Ludwig von Groeben

des großmächtigen Königs von Preußen geheimen
Staats- und Kriegsrat
hochwürdigstem Praesidenten des obersten preußischen
Apellationshofs
treuem Hüter und Protector unserer Albertina

sowie

würdigem Director des Steueramts
Herrn der Erbgüter
Tharau, Karschau und andrer
dem unvergleichlichen Hüter der Musen
ihrem höchst wohlgeneigten Schützer

widmen diese Seiten

der Präses und der Respondent.

Vorwort.

Alle ausgezeichnetern Philosophen, welche sich der Erforschung der Natur zugewendet haben, sind darin einverstanden, daß man sich sorgfältig hüten müsse, leichtsinnig und auf bloße Vermuthungen hin Etwas in die Naturwissenschaft einzuführen, weil ohne die Stütze der Erfahrung und die Hülfe der Geometrie jede solche Mühe vergeblich sei. Kein Gedanke kann für die Philosophie nützlicher und heilsamer sein als dieser; indeß vermag kein Sterblicher geradeaus und stetig auf die Wahrheit loszugehen; er muß bald links, bald rechts Umwege machen, und deshalb haben Manche diesen Rath so streng befolgt, daß sie bei Aufsuchung der Wahrheit sich nie auf das hohe Meer gewagt, sondern zur größeren Sicherheit sich nur an die Küsten gehalten und Nichts zugelassen haben, was sich nicht aus dem Zeugniß der Erfahrung unmittelbar ergab. Bei einem solchen Verfahren kann man indeß zwar die Gesetze der Natur, aber nicht den Ursprung und die Ursache dieser Gesetze kennen lernen. Denn wer nur bei den Erscheinungen der Natur stehen bleibt, dem bleibt die Erkenntniß der ersten Ursachen immer verschlossen, und er gelangt so wenig zur Erkenntniß des Wesens der Körper, wie Die, welche den Berg immer höher und höher hinansteigen, sich aber dennoch überreden wollten, daß sie den Himmel noch einmal mit ihren Händen berühren werden.

Wenn daher auch die Meisten glauben, bei der Naturforschung der Metaphysik entbehren zu können, so bleibt sie doch hier allein die Helferin, welche das Licht anzündet. Denn die Körper bestehen aus Theilen, und es ist sicherlich von großer Wichtigkeit, daß man es genau begreiflich mache, wie diese Theile verbunden sind, ob die Körper durch das bloße gemeinsame Dasein ihrer einfachen Theile oder durch den gegenseitigen Kampf der Kräfte den Raum erfüllen.

Wie aber soll bei diesem Geschäft die Metaphysik sich mit der Geometrie verbinden, da ein Greif eher mit einem Pferde, als die Transscendentalphilosophie mit der Geometrie sich möchte zusammenspannen lassen? Denn jene leugnet hartnäckig, daß der Raum ins Unendliche theilbar sei, und diese behauptet dies mit derselben Gewißheit wie ihre übrigen Lehrsätze. Letztere behauptet, daß ein leerer Raum zur freien Bewegung nöthig sei; jene läßt dies nicht gelten; diese zeigt, daß eine Anziehung oder eine allgemeine Gravitation aus mechanischen Ursachen kaum zu erklären sei, sondern von innern, den ruhenden Körpern einwohnenden und in die Ferne wirkenden Kräften ausgehe, und jene verweist dergleichen Annahmen unter die leeren Spiele der Einbildungskraft.

Obgleich die Ausgleichung dieser Gegensätze als keine kleine Aufgabe erscheint, habe ich doch einige Mühe darauf zu verwenden unternommen; Andere, deren Kräfte bei diesem Geschäft weiter reichen, sind eingeladen, es zu Ende zu führen; ich bin schon zufrieden, daß ich den Anfang mache.

Schließlich nur noch die Bemerkung, daß ein Prinzip für alle innern Vorgänge oder eine den Elementen einwohnende bewegende Kraft bestehen muß, die äußerlich wirksam ist, weil sie äußerlich gegenwärtig ist, und man sich keine andere Kraft vorstellen kann, die im Stande wäre, zugleich daseiende Dinge in Bewegung zu setzen, als eine solche, die diese Dinge entweder abzustoßen oder anzuziehen strebt. Ferner ergiebt die Annahme einer blos abstoßenden Kraft keine Verbindung der Elemente behufs Bildung von Körpern, vielmehr eine Zerstreuung derselben; dagegen läßt sich durch eine blose anziehende Kraft zwar die Verbindung, aber keine bestimmte Ausdehnung und keine Raumerfüllung der Körper definieren noch erkennbar machen. Deshalb kann man schon im Voraus einsehen, daß, wenn man diese beiden Urkräfte aus der Natur der Elemente selbst und ihren ursprünglichen Erregungen abzuleiten vermag, man damit bereits einen unverächtlichen Beitrag zur Erklärung der innern Natur der Körper geleistet haben wird.

Der physischen Monadologie

Erster Abschnitt,

worin gezeigt wird, daß das Dasein physischer Monaden sich mit der Geometrie verträgt.

Erster Satz.

Definition. Die einfache Substanz, welche Monade*) heißt, ist eine solche, die nicht aus einer Mehrheit von Theilen besteht, welche einzeln und von einander getrennt bestehen können.

Satz II.

Lehrsatz. Die Körper bestehen aus Monaden.

Die Körper bestehen aus Theilen, die, von einander getrennt, einen dauernden Bestand haben. Da indeß die Zusammensetzung für diese Theile nur eine Beziehung und deshalb eine zufällige Bestimmung für sie ist, welche unbeschadet ihres Bestandes beseitigt werden kann, so erhellt, daß man alle Zusammensetzung eines Körpers aufheben kann und dennoch alle seine Theile übrig bleiben werden, welche vorher mit einander verbunden waren. Wenn man aber alle Zusammensetzung aufhebt, so können die übrig bleibenden Theile keine Zusammensetzung mehr besitzen; sie entbehren also einer Mehrheit der Substanzen und sind deshalb einfach. Daher besteht jeder Körper aus ursprünglichen, durchaus einfachen Theilen, d. h. aus Monaden.

Scholion. Ich habe bei diesem Beweise absichtlich jenes berühmte Prinzip des zureichenden Grundes

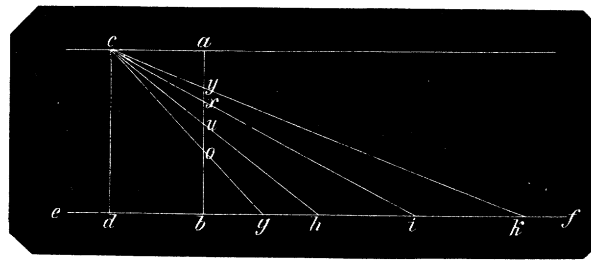
*) Da es hier nur meine Aufgabe ist, von einfachen Substanzen zu handeln, welche die ursprünglichen Theile der Körper bilden, so bemerke ich im Voraus, daß ich im Folgenden mich der Ausdrücke: einfache Substanzen, Monaden, Elemente der Materie, einfache Stofftheile, als gleichbedeutend bedienen werde.

nicht benutzt und den Beweis aus der gewöhnlichen Verbindung der Begriffe, die kein Philosoph leugnet, geführt; denn ich fürchtete, daß Manche jenes Prinzip nicht anerkennen und deshalb durch dessen Benutzung nicht überzeugt werden möchten.

Satz III.

Lehrsatz. Der Raum, welchen die Körper einnehmen, ist ins Unendliche theilbar; er besteht deshalb nicht aus ursprünglichen und einfachen Theilen.

Auf einer Linie *ef* von unbestimmter Länge, die also beliebig weiter gezogen werden kann, sei eine



andere *ab* von physischer Natur, d. h. eine solche, die, wenn es so beliebt, aus ursprünglichen Theilen des Stoffes besteht, im rechten Winkel aufgerichtet. Ihr zur Seite sei eine andere *cd*, der vorigen gleich und in ähnlicher Stellung errichtet, was sowohl im geometrischen wie physischen Sinne von Jedermann als möglich anerkannt werden wird. Auf der Linie *ef* sollen die Punkte *g*, *h*, *i*, *k* und so fort in indefinitum bezeichnet werden. Nun wird zunächst Niemand bezweifeln, daß zwischen zwei beliebigen solchen Punkten, oder, wenn man so will, zwischen zwei gegebenen Monaden eine gerade physische Linie gezogen werden könne. Es sei also hiernach *cg* gezogen, dann wird der Ort, wo sie die perpendikuläre Linie *ab* schneidet, *o* sein. Hierauf ziehe man eine andere physische Linie zwischen den Punkten *c* und *h*, es ist dann der den Linien *ch*

und *ab* gemeinsame Ort *u* dem Punkte *a* näher. Wenn weiter aus dem Punkte *c* zu allen Punkten *i*, *k* u. s. w. der ins Unendliche fortlaufenden Linie *ef* nach irgendwelchen Punkten *i*, *k* etc. Linien gezogen werden, so werden die Punkte *x*, *y* u. s. w., in denen sie *ab* schneiden, dem Punkte *a* immer näher kommen, wie selbst Der einsehen wird, der von der Geometrie nichts versteht. Meint man aber, daß diese physischen Linien wegen zu großer Nähe sich zuletzt berühren würden, so daß sie nicht neben einander bestehen könnten, so mag man die unteren Linien wegnehmen, und es leuchtet nichtsdestoweniger ein, daß die Schnittpunkte sich dem Punkte *a* mehr und mehr nähern müssen*), je weiter man die Punkte auf der unbestimmt langen Linie *ef* annimmt. Da nun die Entfernung dieser Punkte sich ohne Ende vergrößern läßt, so kann auch die Annäherung des Durchschnittspunktes an den Punkt *a* durch unendlich viele Theile des Increments**) zunehmen. Dabei wird der Durchschnittspunkt doch niemals mit dem Punkt *a* zusammenfallen; denn die Punkte *c* und *a* stehen von der Linie *ef* gleich weit ab, also wird die Linie, welche die Punkte *c* und *a* verbindet, und die man beliebig verlängern kann, immer ebenso viel von der darunterliegenden Linie *ef* abstehen und dieselbe niemals treffen; mithin ist diese Annahme unmöglich. Deshalb wird man durch eine fortgesetzte Theilung der Linie *oa* niemals zu ursprünglichen Theilen gelangen, die nicht mehr getheilt werden können; d. h. der Raum ist ins Unendliche theilbar und besteht nicht aus einfachen Theilen.

Scholion. Ich habe hier den schon von vielen Naturforschern benutzten Beweis angeführt und mit der möglichsten Klarheit dem physischen Raume angepaßt, damit nicht Diejenigen, welche einen durchgängigen Unterschied zwischen dem physischen und

---

*) Auch können die Punkte *y* und *x* niemals zusammenfallen, weil sonst die Linien *cy* und *cx*, und ebenso die Linie *ck* mit *ci* zusammenfallen müßten, was gegen die Voraussetzung geht.

**) Das Increment ist der Zuwachs der Strecke *ab*, also das Stück *ca* der Linie *ab*. Anm. des Hrg.

geometrischen Raume annehmen, sich dem obigen Beweise durch eine solche Einrede entziehen können. Es liegen hier auch noch andere Beweise desselben Gedankens nahe, von denen ich nur den einen anführe, wonach man sich ein gleichseitiges Dreieck, wenn man so will, aus Monaden gebildet vorstellen mag. Werden nun dessen zwei Seiten in indefinitum verlängert und nimmt man auf diesen Abstände, die um das Doppelte, Dreifache, Fünffache, Hundertfache u. s. w. größer sind, als die Seiten des angenommenen Dreiecks, so können deren Enden durch physische Linien verbunden werden, welche in demselben Verhältniß, wie jene, größer als die dritte Seite des Dreiecks sein und aus so vielmal mehr einfachsten Theilen bestehen werden. Da sich nun von jeder dieser Monaden nach der Monade, die sich an der Spitze des Dreiecks befindet, physische Linien gezogen denken lassen, so werden sie die Grundlinie des gegebenen Dreiecks unendlich oft theilen und so die unendliche Theilbarkeit des Raumes vortrefflich darthun. Wer indeß den oben gegebenen Beweis unbehindert durch vorgefaßte Meinungen betrachtet und aufgefaßt hat, wird, meines Erachtens, aller weiteren Beweise entbehren können.

Satz IV.

Lehrsatz. Ein ins Unendliche theilbares Zusammengesetztes besteht nicht aus ursprünglichen, d. h. einfachen Theilen.

Da man bei einem ins Unendliche theilbaren Zusammengesetzten niemals durch Theilen zu Theilen gelangen kann, die von aller Zusammensetzung frei sind, und da eine Zusammensetzung, welche durch Theilen nicht beseitigt werden kann, nur aufgehoben werden kann, wenn man das Dasein alles Zusammengesetzten ganz leugnet, da aber das in einem Zusammengesetzten nach Aufhebung aller Zusammensetzung Bleibende einfache Theile genannt wird (Satz I.), so ist klar, daß ein ins Unendliche theilbares Zusammengesetztes nicht aus solchen einfachen Theilen bestehen kann.

Scholion. Ich glaubte, daß es meinem Zweck nicht ganz fern läge, nachdem von mir für jeden Körper

ursprüngliche einfache Theile nachgewiesen worden, und nachdem die unendliche Theilbarkeit des Raumes dargethan worden, die Annahme zu verhüten, als wären die Monaden unendlich kleine Theilchen der Körper. Denn auf diese Weise erhellt zur Genüge, daß zwar der Raum, welcher gar keine Substantialität besitzt, sondern nur die Erscheinung (Phaenomenon) der äußern Beziehung der zur Einheit verbundenen Monaden ist, selbst durch eine ins Unendliche fortgehende Theilung nicht erschöpft werden könne, daß aber bei jedem Zusammengesetzten die Zusammensetzung nur ein Accidens ist und daß es substantielle Subjekte der Zusammensetzung giebt. Deshalb ist die Annahme verkehrt, daß hier eine Theilung ins Unendliche stattfinden könne; denn dann würde auch folgen, daß jeder ursprüngliche Theil eines Körpers so beschaffen sei, daß er durch seine Verbindung mit tausend andern, oder mit zehntausend oder millionenmal Millionen anderer, kurz, mit irgend welcher Zahl anderer keinen Theil des Stoffes bilden könne, was offenbar die Substantialität alles Zusammengesetzten aufheben würde und deshalb bei den Naturkörpern nicht stattfinden kann.

Zusatz. Jeder Körper besteht deshalb aus einer bestimmten Anzahl einfacher Elemente.

Satz V.

Lehrsatz. Jedes einfache Element eines Körpers oder jede Monade ist nicht allein im Raume, sondern erfüllt auch den Raum unbeschadet ihrer eigenen Einfachheit.

Da jeder Körper aus einer bestimmten Anzahl einfacher Elemente besteht, der von ihm erfüllte Raum aber ins Unendliche theilbar ist, so wird jedes dieser Elemente einen Raumtheil einnehmen, der noch weiter theilbar ist, d. h. einen Raum von angebbarer Größe.

Da indeß die Theilung des Raumes keine Trennung seiner Theile bedeutet, wo jeder, von den andern gesondert, ein eignes selbständiges Dasein für sich hat, sondern nur eine Mehrheit oder eine gewisse Größe in äußerer Beziehung beweist, so erhellt, daß daraus keine Mehrheit substantieller Theile folgt. Nur

eine solche würde aber der Einfachheit der Monade widerstreiten, und hieraus folgt klar, daß die Theilbarkeit des Raumes der Einfachheit der Monade nicht entgegen ist.

Scholion. Keine Meinung hat bei Ermittelung der Elemente die Verbindung der Geometrie mit der Metaphysik mehr gehindert, als jene vorgefaßte, aber nicht genügend geprüfte Annahme, daß die Theilbarkeit des Raumes, den ein Element einnimmt, auch die Theilbarkeit des Elementes selbst in substantielle Theile beweise. Man hat dies bisher allgemein für so unzweifelhaft gehalten, daß die Anhänger der unendlichen Theilbarkeit des wirklichen Raumes vor den Monaden durchaus zurückschrecken, und daß umgekehrt die Vertheidiger der Monaden es für nöthig gehalten haben, ihrerseits die Eigenschaften des geometrischen Raumes für bloße Einbildungen zu erklären. Indeß erhellt aus dem Obigen, daß weder der Geometer Unrecht hat, noch die Ansicht des Metaphysikers von der Wahrheit abweicht; deshalb muß eine Meinung, welche beiden entgegentritt, und nach der ein seiner Substanz nach unbedingt einfaches Element einen Raum, unbeschadet seiner Einfachheit, nicht erfüllen könne, nothwendig falsch sein. Denn jede Linie oder Fläche, welche einen kleinen Raum in zwei Theile trennt, zeigt damit, daß ein Theil des Raumes ganz außerhalb des andern besteht; allein der Raum ist keine Substanz, sondern nur die Erscheinung (Phaenomenon) der äußern Beziehung der Substanzen, und wenn daher die doppelte Beziehung der einen Substanz getheilt werden kann, so widerspricht dies nicht der Einfachheit, oder wenn man lieber will, der Einheit der Substanz. Denn das, was auf jeder Seite der theilenden Linie ist, ist nicht etwas von der Substanz so Trennbares, daß es abgesondert noch ein eigenes Dasein bewahren könnte; dies gehört aber zur wirklichen Theilung, wenn sie die Einfachheit widerlegen soll; vielmehr ist es nur die von der einen Substanz nach beiden Seiten hin ausgeübte Wirksamkeit oder Beziehung. Wenn man hierin eine Art Mehrheit findet, so wird damit doch die Substanz selbst nicht in Theile gesondert.

Satz VI.

Lehrsatz. Die Monade bestimmt den Raum, in dem sie gegenwärtig ist, nicht durch eine Mehrheit ihrer substantiellen Theile, sondern durch den Umfang ihrer Wirksamkeit, vermöge deren sie die neben ihr befindlichen Monaden hindert, sich ihr noch weiter zu nähern.

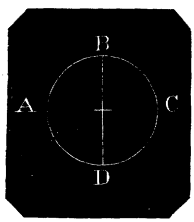
Da in der Monade keine Mehrheit von Substanzen besteht, aber dennoch jede, einzeln genommen, einen Raum ausfüllt, so ist nach dem Vorgehenden der Grund der Raumerfüllung nicht in der bloßen Lage der Substanz zu suchen, sondern in der Beziehung derderselben zu andern neben ihr. Da sie indeß durch Erfüllung des Raumes die neben ihr an beiden Seiten befindlichen Monaden von jeder weitern Annäherung an sich abhält, mithin sie in deren Lage etwas bestimmt, nämlich in bezug auf das Maaß der Nähe, bis auf welches sie an sie herankommen können, so erhellt, daß sie eine Wirksamkeit übt, und zwar innerhalb eines nach allen Seiten abgemessenen Raumes, und man muß deshalb anerkennen, daß dieser Raum von der Ausdehnung ihrer Wirksamkeit ausgefüllt ist.

Satz VII.

Aufgabe. Die weiteren Schwierigkeiten in bezug auf den Raum, den jede Monade durch den Umfang ihrer Wirksamkeit ausfüllt, unbeschadet ihrer Einfachheit, hinwegzuräumen.

Wenn eine Monade, wie ich behaupte, einen bestimmten Raum erfüllt, so kann dieser durch jeden andern endlichen Raum ausgedrückt werden. Es soll also der kleine Kreis *ABCD* den Raum andeuten, den eine Monade durch ihre Wirksamkeit ausfüllt; es sei *BD* der Durchmesser dieses Bereichs ihrer Wirksamkeit, d. h. diejenige Entfernung, in welcher sie andere, ihr in *B* und *D* gegenwärtige Monaden erhält und von einer größeren Annäherung abhält. Allein man muß sich hüten, deshalb diese Linie *BD* den Durch-

messer der Monade selbst zu nennen, was ganz unrichtig wäre. Nichts würde mehr meiner Ansicht widersprechen; denn da der Raum nur aus bloßen äußeren Beziehungen hervorgeht, so wird alles Innere einer Substanz, d. h. die Substanz selbst, als das Subject der äußern Bestimmungen, eigentlich nicht durch den Raum bestimmt; vielmehr darf man nur diejenigen ihrer Bestimmungen, die sich auf ein Äußeres beziehen, insoweit in dem Raume suchen. Man wird freilich sagen, in diesem Raume ist die Substanz, und zwar überall in demselben gegenwärtig; also theilt der, welcher den Raum theilt, auch die Substanz; allein ich erwidere: Dieser Raum ist das Bereich der äußeren Gegenwart dieses Elementes; wer also den Raum theilt, theilt nur die ausgedehnte Größe ihrer Gegenwart. Aber neben dieser äußeren Gegenwart, d. h. neben diesen relativen Bestimmungen der Substanz hat sie auch innere, ohne welche für jene das Subject fehlen würde, dem sie anhafteten. Diese innern sind aber nicht im Raume, weil sie eben innere sind; sie werden deshalb auch durch die Theilung der äußern Bestimmungen nicht mit getheilt, und deshalb kann auch das Subject selbst, d. h. die Substanz dadurch nicht getheilt werden. Es ist ebenso, als wenn man sagte: Gott ist durch seine erhaltende Wirksamkeit in allen erschaffenen Dingen innerlich gegenwärtig; wer also die Masse der erschaffenen Dinge theilt, theilt auch Gott, weil er das Bereich seiner Gegenwart theilt; etwas Unsinnigeres läßt sich wohl nicht behaupten. So weit also die Monade, die das ursprüngliche Element der Körper ist, einen Raum ausfüllt, hat sie eine gewisse ausgedehnte Größe, d. h. einen Umfang ihrer Wirksamkeit, in dem man aber nicht mehrere Monaden antrifft, deren jede getrennt von den andern, d. h. für sich allein einen besonderen Bestand hätte. Denn das, was in dem Raum *BCD* angetroffen wird, kann von dem in dem Raume *BAD* Befindlichen, nicht so getrennt werden, daß jedes für sich bestände; beide



sind nur die äußere Bestimmung derselben einen Substanz, und die Accidenzen bestehn nicht ohne ihre Substanzen. *)

Satz VIII.

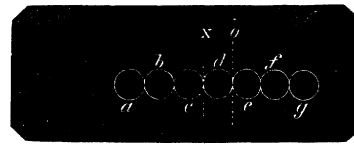
Lehrsatz. Die Kraft, mit der ein einfaches Körperelement seinen Raum behauptet, ist das, was man sonst die Undurchdringlichkeit nennt; und wenn man von jener absieht, kann diese nicht weiter bestehen.

Die Undurchdringlichkeit ist der Zustand eines Körpers, wodurch er die angrenzenden Körper von dem Raume, den er einnimmt, abhält. Aus dem Obigen erhellt nun, daß der von einem Körper eingenommene Raum (wenn man sich seine Theile ohne leere Zwischenräume so nahe als möglich mit einander vereinigt denkt), aus den kleinen Räumen gebildet wird, welche die einzelnen einfachen Elemente einnehmen. Ferner ist zur Abhaltung anderer in den erfüllten Raum eindringender Körper, d. h. zur Undurchdringlichkeit ein Widerstand, also eine gewisse Kraft, erforderlich. Oben ist aber dargelegt worden, daß die Elemente ihren Raum durch eine Wirksamkeit ausfüllen, womit sie andere von dem Eindringen in ihren Raum abhalten. Somit erhellt, daß die Undurchdringlichkeit der Körper nur von jener natürlichen Kraft der Elemente abhängt. Dies ist das Erste, was zu beweisen war.

---

*) Von allen Schwierigkeiten, die sich gegen meine Ansicht erheben können, erscheint die von der Verlegung der Bestimmungen ein und derselben Substanz nach außen am bedeutendsten. Denn die Wirksamkeit der Monade, die in dem Raume *BCD* ist, ist außerhalb der in dem Raume *BDA* befindlichen Wirksamkeit; beide scheinen deshalb von einander realiter verschieden und außerhalb der Substanz befindlich zu sein. Allein die Beziehungen sind immer sowohl außerhalb einander, wie außerhalb der Substanz, weil jene Dinge, auf welche die Substanz bezogen wird, von der Substanz selbst und eine jede von der andern realiter verschieden sind und dies also keine Mehrheit der Substanzen beweist.

Ferner soll die Linie *ag* aus ursprünglichen Stoffelementen, d. h. aus Monaden gebildet sein. Wenn nun jedes Element *d* durch die Gegenwart seiner Substanz nur den Ort bezeichnete, ohne einen Raum einzunehmen, so würde der Ort *d* die Linie *ag* in zwei Theile theilen, und da er damit anzeigt, wo die eine Hälfte der Linie aufhört und die andere anfängt, so würde er beiden Hälften der Linie gemeinsam sein. Physische Linien sind aber nur gleich, wenn sie aus der gleichen Zahl von Elementen bestehen, und die Zahl dieser Elemente auf beiden Seiten ist nur in der Linie *ac* und *eg* gleich. Deshalb würde der Ort der Monade *d* den Linien *ac* und *eg* gemeinsam sein, d. h. die genannten Linien würden sich unmittelbar an diesem Orte begegnen, und mithin würde das Element *d* die



nächsten Elemente *e* und *c* nicht von der unmittelbaren Berührung abhalten, d. h. es würde nicht undurchdringlich sein. Bestreitet man, daß der von der Monade *d* eingenommene Ort *d* den beiden Linien *ac* und *eg* gemeinsam sei, so soll der Punkt *x* es sein, wo die Linien *ac* und *dg* sich unmittelbar begegnen, und *o* der Punkt, wo die Linien *ad* und *eg* sich treffen. Da nun der Ort der Monade *d* von dem Orte *x* und ebenso von dem Orte *o* verschieden ist, denn sonst wäre es immer der gemeinsame Ort der unmittelbaren Berührung, wie vorhin angenommen worden, so hätte man somit drei verschiedene Orte, die ohne Zweifel eine Linie von bestimmter Größe bestimmen. Es wird also die unmittelbare Gegenwart der Monade *d* durch eine bestimmte Linie ausgedrückt, d. h. sie ist in einem bestimmten Raume gegenwärtig. Da sie aber durch ihre bloße Setzung als Substanz keinen Raum einnehmen kann, sondern nur einen Ort, so muß nothwendig in der Substanz noch etwas Anderes sein, was

das Maaß der Nähe für die zwei beiderseits benachbarten Elemente regelt und jede Kraft daran hindert, eine größere Annäherung der Elemente *c* und *e* hervorzubringen. Einer Kraft aber kann nur eine andere Kraft entgegengestellt werden; deshalb bewirkt dieselbe Kraft, vermöge deren ein Körperelement seinen Raum einnimmt, auch seine Undurchdringlichkeit. Dies ist das Zweite, was zu beweisen war.

Zweiter Abschnitt,

in welchem die allgemeinsten Zustände der physischen Monaden erläutert werden, je nachdem diese in den einzelnen verschieden sind und damit die Natur der Körper erkennbar machen.

Satz IX.

Definition. Die Berührung ist die gegenseitige Äußerung der Kraft der Undurchdringlichkeit mehrerer Elemente auf einander.

Erläuterung. Gewöhnlich wird die Berührung als die „unmittelbare Gegenwart" definirt. Aber selbst wenn man noch das Wort „äußere" zur Gegenwart hinzusetzt (weil ohne diesen Zusatz Gott, der allen Dingen unmittelbar, aber innerlich gegenwärtig ist, sie sonst berühren müßte), so wäre auch dann diese Definition kaum in jeder Hinsicht vollständig. Denn es ist bereits von Andern genügend dargelegt worden, daß die im leeren Raume zerstreuten Körper dennoch coexistieren und deshalb einander auch unmittelbar gegenwärtig sein können, obgleich sie sich nicht berühren; daher leidet jene Definition offenbar an diesem Fehler. Weiter wird mit hoher Wahrscheinlichkeit von den Schülern Newton's die unmittelbare Anziehung der von einander entfernten Körper vertheidigt, woraus dann ihre Coexistenz ohne Berührung folgen würde. Wenn man ferner an dieser Definition festhält, welche die unmittelbare Gegenwart für den Begriff der Berührung ausgiebt, so würde zunächst dieser Begriff der Gegenwart zu erläutern sein.

Thut man dies, wie gewöhnlich geschieht, durch die „gegenseitige Wirksamkeit", so frage ich: worin besteht dann diese Wirksamkeit? Ohne Zweifel wirken die Körper durch ihre Bewegung. Eine bewegende Kraft, die von einem bestimmten Punkte ausgeht, stößt aber entweder eine andere zurück, oder zieht sie an. Welche von beiden Arten zu wirken bei der Berührung angenommen werden muß, ist leicht zu ersehen. Denn wenn ein Körper sich einem andern immer mehr nähert, so sagt man, daß beide sich dann berühren, wenn die Kraft der Undurchdringlichkeit, d. h. der Abstoßung fühlbar wird. Deshalb bildet diese von verschiedenen Elementen auf einander ausgeübte Action und Reaction den ächten Begriff der Berührung.

Satz X.

Lehrsatz. Die Körper würden durch die bloße Kraft der Undurchdringlichkeit kein bestimmtes Volumen haben, wenn ihnen nicht auch eine Kraft der Anziehung einwohnte, die mit jener zusammen die Grenze ihrer Ausdehnung bestimmte.

Die Kraft der Undurchdringlichkeit ist eine abstoßende Kraft, welche alle äußeren Dinge von einer weiteren Annäherung abhält. Diese Kraft ist jedem Elemente einwohnend, und man kann aus ihrer Natur zwar einsehen, wie die Stärke ihrer Wirksamkeit mit der Zunahme der Entfernung, in die sie sich erstreckt, abnimmt; allein man kann nicht einsehen, daß sie in einer bestimmten Entfernung so gut wie gar nicht mehr wirkte. Wenn es daher von dieser Kraft allein abhinge, so gäbe es gar keinen Zusammenhang der Körper; alle Elemente würden sich nur gegenseitig abstoßen, und die Körper würden kein bestimmt umgrenztes Volumen haben. Es muß deshalb dieser Kraft eine andere entgegengestellt werden, die ihr in einer gewissen Entfernung die Waage hält und dadurch die Grenzen des eingenommenen Raumes bestimmt. Was aber der Abstoßung entgegenwirkt, ist die Anziehung. Also muß jedes Element außer der Kraft der Undurchdringlichkeit noch eine anziehende Kraft haben,

ohne welche die Körper kein bestimmtes natürliches Volumen haben würden.

Scholion. Die Ermittelung der Gesetze für diese beiden den Elementen einwohnenden Kräfte der Abstoßung und Anziehung ist von hoher Bedeutung und eine Aufgabe für scharfsinnige Geister. Ich begnüge mich hier damit, das Dasein dieser Gesetze, soweit es die Kürze der Darstellung gestattet hat, auf das sicherste erwiesen zu haben. Wenn man indeß auf das zu dieser Frage Gehörige gleichsam aus der Ferne schaut, sollte man da nicht meinen, daß, weil die abstoßende Kraft aus dem innersten Punkte des Raumes, den das Element einnimmt, nach außen wirkt, ihre Stärke mit der Zunahme des Raumes, in den sie sich ausdehnt, abnehmen müßte? Denn eine von einem bestimmten Punkte ausgehende Kraft kann sich nicht wirksam zeigen, wenn sie nicht mit ihrer Tätigkeit den ganzen Raum ausfüllt, welcher einen gegebenen Durchmesser hat. Dies ergiebt sich in folgender Weise: Stellt man sich vor, daß die Kraft in geraden Linien aus der gegebenen Oberfläche ausströmt, wie das Licht, und wie nach Keil's Ansicht selbst die anziehende Kraft, so wird die auf diese Weise wirkende Kraft im Verhältniß der Zahl der Linien wirken, die aus dieser Oberfläche gezogen werden können, d. h. im Verhältniß zur Oberfläche der wirkenden Kraft. Ist daher diese Oberfläche unendlich klein, so wird auch die Kraft unendlich klein sein, und ist die Oberfläche nur ein Punkt, so wird die Kraft so gut wie nicht vorhanden sein. Deshalb kann sich durch die von einem Punkte auseinandertretenden Linien keine angebbare Kraft bis zu einer gewissen Entfernung zerstreuen, und sie kann deshalb nur wirken, wenn sie den ganzen Raum, in dem sie wirkt, erfüllt. Nun verhalten sich aber die Kugelinhalte wie die Würfel der Abstände. Wenn sich deshalb eine Kraft durch ihre Ausbreitung in einem größeren Raum in umgekehrtem Verhältniß der Räume vermindert, so wird die Kraft der Undurchdringlichkeit sich umgekehrt wie die Würfel der Entfernung von dem Mittelpunkte ihrer Wirksamkeit verhalten.

Dagegen entwickelt die Anziehung desselben Ele-

mentes die gleiche Wirksamkeit in umgekehrter Richtung; es ist deshalb die Kugeloberfläche die Grenze, auf die die Anziehung bei einer gegebenen Entfernung wirkt. Da nun hier die Menge der Linien, die von Punkten dieser Oberfläche nach dem anziehenden Mittelpunkt gezogen werden können, bestimmt ist, mithin auch die Größe der Anziehung bestimmt ist, so wird diese Kraft damit angebbar, und sie wird im umgekehrten Verhältniß der Oberflächen, d. h. im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung abnehmen.

Setzen wir nun, daß die abstoßende Kraft in kubischem, also in einem viel stärkeren Verhältniß abnimmt, so müssen in einem Punkte des Durchmessers die Anziehung und die Abstoßung einander gleich werden. Dieser Punkt wird die Grenze der Undurchdringlichkeit und die Sphäre für die äußere Berührung d. i. das Volumen bestimmen; denn wenn die abstoßende Kraft durch die anziehende besiegt ist, so wirkt sie nicht mehr.

Scholion. Wenn man dieses Gesetz für die einwohnenden Kräfte anerkennt, so ergiebt sich dann auch das gleiche Volumen für alle Elemente, wenn sie auch verschiedener Art sind. Denn es liegt am Tage, daß die abstoßenden wie die anziehenden Kräfte, da beide einen bestimmten Grad von Stärke haben, bei verschiedenen Elementen auch sehr verschieden sein können; hier stärker, dort schwächer; und da die doppelte Kraft der Abstoßung bei gleicher Entfernung doppelt so stark ist und ebenso auch die anziehende Kraft, so ergiebt sich, daß alle bewegenden Kräfte eines Elementes, das an sich die zweifache Stärke hat, in demselben Verhältnisse stärker sein müssen und mithin die erwähnten Kräfte sich in derselben Entfernung die Waage halten, also auch das Volumen des Elements in gleicher Größe bestimmen müssen, so sehr sie auch von den gleichnamigen Kräften anderer Elemente dem Grade nach verschieden sein mögen.

Satz XI.

Lehrsatz. Die Kraft der Trägheit hat in jedem Elemente eine bestimmte Größe, die

bei verschiedenen Elementen sehr verschieden sein kann.

Wenn ein bewegter Körper auf einen andern trifft, würde er keine Wirkung äußern und schon durch ein unendlich kleines Hinderniß in Ruhe versetzt werden, wenn er nicht eine Kraft der Trägheit besäße, vermöge welcher er in dem Zustande der Bewegung zu beharren strebt. Nun ist die Trägheitskraft eines Körpers die Summe der Trägheitskräfte aller Elemente, aus denen er besteht (die man seine Masse nennt); jedes Element, das sich mit einer gewissen Geschwindigkeit bewegt, würde deshalb keine bewegende Kraft äußern, wenn diese Geschwindigkeit nicht durch die Trägheitskraft vervielfältigt würde. Alles aber, was durch Multiplication mit einem Andern eine Größe giebt, die größer ist als der andere Factor, ist selbst eine Größe, die bald größer, bald geringer als die andere sein kann. Deshalb kann die Kraft der Trägheit eines Elements im Vergleich mit der eines Elementes anderer Art größer oder kleiner sein.

Zusatz 1. Es kann neben bestimmten Elementen gewisser Art andere geben, deren Trägheitskraft, oder was in anderer Beziehung dasselbe ist, deren bewegende Kraft zweimal oder dreimal größer ist, d. h. welche einer bestimmten Geschwindigkeit mit doppelter oder dreimal größerer Kraft widerstehen, und selbst mit einer solchen Geschwindigkeit bewegt, einen zwei- oder dreimal stärkern Stoß (impetus) ausüben.

Zusatz 2. Da aus dem Zusatze zu Satz X erhellt, daß die Elemente der verschiedensten Art doch von gleichem Volumen sind, und deshalb gleiche Räume bei ihrer genauen Ausfüllung immer die gleiche Zahl Elemente enthalten müssen, so kann man mit Recht daraus schließen, daß die einzelnen Körper, auch wenn man die Zumischung von leeren Räumen ganz bei Seite läßt und den ganzen Raum als vollständig erfüllt annimmt, dennoch bei demselben Volumen sehr verschiedene Massen enthalten können, je nachdem die Elemente mit einer größeren oder geringeren Trägheitskraft begabt sind. Denn die Masse der Körper ist nur die Größe ihrer Trägheitskraft, durch welche sie theils der Bewegung widerstehen, theils

mit einer gegebenen Geschwindigkeit bewegt, den Anstoß (impetus) zur Bewegung anderer geben können.

Deshalb kann man von einer geringen Menge Stoff, die in einem gegebenen Volumen enthalten ist, nicht immer sicher auf eine geringere Dichtigkeit und größere leere Zwischenräume schließen. Von zwei Körpern kann jeder die gleichen leeren Zwischenräume haben oder auch vollkommen dicht sein und dennoch kann der eine den andern an Masse weit übertreffen, da dieser Unterschied in der Natur der Elemente selbst liegt.

Satz XII.

Lehrsatz. Die verschiedene spezifische Dichtigkeit der Körper, die man in der Welt beobachtet, kann ohne eine spezifische Verschiedenheit der Trägheit ihrer Elemente nicht erklärt werden.

Wenn alle Elemente die gleiche Trägheitskraft und dasselbe Volumen hätten, so wäre zur Erklärung der verschiedenen Dichtigkeit der Körper ein absolut leerer Raum, der zwischen die Theile des Körpers eingemengt wäre, unentbehrlich. Denn nach den Ausführungen Newton's, Keil's und Anderer ist in einem Medium, das auf diese Weise vollständig erfüllt ist, für die freie Bewegung kein Raum. Um daher die sehr verschiedene Dichtigkeit der Medien, z. B. des Äthers, der Luft, des Wassers, des Goldes, zu erklären, muß man sich ins Maaßlose ausschweifenden Vermuthungen hingeben, wobei das Gewebe der Elemente, obgleich es der menschlichen Erkenntniß am meisten entzogen ist, kühn und nach Belieben gebildet und bald nach Art von feinsten Bläschen, bald nach Art gewundener Zweige und Fäden dreist und willkürlich vorgestellt wird, wo man sich dann den Stoff in seltsamer Art ausgedehnt und einen großen Raum mit wenig Stoff erfüllt vorstellen kann; indessen lassen sich gegen solche Annahmen die nachstehenden Gründe anführen:

Jene Fäden von ungeheurer Feinheit, oder jene Bläschen, welche unter einem außerordentlich dünnen Häutchen ein im Verhältniß zum Stoffe ungeheures

Vacuum einschließen, müssen durch den starken Aufeinanderprall der Körper und durch die stete Reibung derselben endlich abgerieben werden, und die Zweige der auf diese Weise kleiner gewordenen Körper müßten den leeren Zwischenraum ausfüllen. Nachdem dies geschehen wäre, würde der Weltraum überall vollkommen erfüllt sein und in völliger Trägheit erstarren, und alle Bewegung würde binnen Kurzem auf Ruhe zurückgeführt sein.

Da ferner nach diesen Annahmen die leichteren Medien aus Theilen bestehen müssen, die am stärksten ausgedehnt sein und ein größeres Volumen haben müssen, so fragt es sich, wie sie die Zwischenräume dichterer Körper, die ja nach dieser Annahme enger sein müssen, durchdringen können; denn es steht fest, daß das Feuer sowie das magnetische und das elektrische Fluidum die Körper sehr leicht durchwandern. Ich kann mir wenigstens nicht erklären, wie Theilchen von größerem Volumen in Zwischenräume, die enger sind als sie, eindringen können.

So lange man also nicht eine spezifische Verschiedenheit innerhalb der einfachen Elemente selbst annimmt, wobei die Masse bei genauer Ausfüllung desselben Raumes dennoch bald größer, bald kleiner sein kann, wird die Naturwissenschaft an dieser Schwierigkeit wie an einer Klippe hängen bleiben.

Satz XIII.

Lehrsatz. Die Elemente der Körper besitzen auch einzeln für sich genommen eine vollkommene elastische Kraft, die bei den einzelnen verschieden ist, und sie bilden in sich und ohne Hülfe eines beigemengten leeren Raumes ein ursprünglich elastisches Medium.

Die einzelnen einfachen Elemente erfüllen den Raum durch ihre Gegenwart mit einer gewissen Kraft, welche die anderen Substanzen von sich ausschließt. Da nun jede endliche Kraft einen Stärkegrad hat, den eine andere übersteigen kann, so erhellt, daß dieser abstoßenden Kraft eine andere stärkere entgegengestellt werden kann, welche das Element mit seiner ursprüng-

lichen Kraft nicht in derselben Entfernung zurückzuhalten vermag, und deshalb wird diese stärkere Kraft in den von dem Element erfüllten Raum etwas eindringen. Allein alle Kräfte, die sich von ihrem Ausgangspunkte in die Ferne erstrecken, nehmen im Verhältniß des zunehmenden Abstandes ab, und deshalb kann jene zurückstoßende Kraft um so stärker wirken, je näher man dem Centrum ihrer Wirksamkeit kommt. Da nun die zurückstoßende Kraft, die in einer gegebenen Entfernung vom Centrum des Widerstandes endlich ist, in einem bestimmten Verhältniß der Annäherung zunimmt, so muß sie an dem Punkte selbst unendlich stark sein, und deshalb kann keine noch so große denkbare Kraft ein Element ganz durchdringen. Das einzelne Element ist deshalb vollkommen elastisch, und mehrere dieser Art werden durch Verbindung ihrer Elastizität ein ursprünglich elastisches Medium bilden. Denn daß die Elastizität bei den einzelnen Körpern verschieden sein kann, folgt aus Zusatz zu Satz X.

Zusatz. Die Elemente sind vollkommen undurchdringlich, d. h. sie können durch keine noch so große äußere Kraft ganz von dem Orte, den sie einnehmen, ausgeschlossen werden. Aber sie sind zusammendrückbar und bilden auch Körper von dieser Beschaffenheit, indem sie einer äußeren zusammendrückenden Kraft etwas nachgeben. Dies ist die Entstehungsweise der ursprünglich elastischen Körper oder Medien, zu denen vor Allem der Äther oder der Feuerstoff zu rechnen sein wird.

Schluß.

XI.

M. Immanuel Kants

neue Anmerkungen zur Erläuterung

der

Theorie der Winde,

wodurch er zugleich

zu seinen Vorlesungen

einladet.

1756.

Vorerinnerung.

Man muß sich den Luftkreis als ein Meer von flüssiger elastischer Materie vorstellen, welches gleichsam aus Schichten von verschiedener Dichtigkeit, die in größeren Höhen allemal abnimmt, zusammengesetzt ist. Wenn dieses flüssige Meer im Gleichgewicht bleiben soll, so ist nicht genug, daß die Luftsäulen, die man sich neben einander vorstellt, gleich schwer sein; sie müssen auch gleich hoch stehen, d. i. die Schichte von einer gewissen Dichtigkeit muß in allen Theilen ihres Umfangs in derselben Wasserwage stehen; denn nach den Gesetzen der Flüssigkeit würde in entgegengesetztem Falle der höhere Theil nothwendig nach der niedrigen Seite abfließen, und das Gleichgewicht wäre den Augenblick gehoben. Die Ursachen, die das Gleichgewicht aufheben können, sind entweder die Verminderung der ausspannenden Kraft durch Kälte und Dämpfe, die die Federkraft der Luft schwächen, oder die Verminderung der Schwere erstlich durch die Hitze, womit eine gewisse Luftgegend stärker als eine andere ausgedehnt wird und, indem sie dadurch genöthigt ist, über die Wasserwage der andern zu steigen, abfließt und eine leichtere Luftsäule ausmacht, und zweitens durch die Zusammenfließung der Wasserdämpfe, die vorher von der Luft getragen wurden, nun aber, indem sie sich von ihr scheiden, einen Theil von dem Gewichte derselben entziehen. In beiden Fällen entstehet ein Wind nach der Gegend hin, wo die Luft entweder an ihrer Ausdehnungskraft oder Schwere eingebüßt hat; nur mit dem Unterscheide, daß in dem ersten Falle das Gleichgewicht bald hergestellt ist, wie auch bei der zweiten Ursache des andern Falles, weil zu der Fortdauer des

Windes in diesen Fällen eine Vermehrung der Ursache erfordert wird, welches unmöglich lange währen kann, dagegen die erste Ursache dieses letztern Falles, weil sie immer nur fortgesetzt werden darf, ohne sich zu vermehren, eine sehr kräftige Quelle anhaltender Winde abgiebt.

Die Ursachen, die entweder wegen Vermehrung der Elasticität, wie z. E. durch die Wärme, oder zugleich der Schwere, wie der aus dem schmelzenden Schnee befreieten Luft die Atmosphäre bewegen, sind bei weitem nicht so kräftig, weil alsdenn sowohl die Bewegung gegen eine ruhende Luft geschieht, die ihr mit ihrem ganzen Gewichte widersteht, als auch selbst die sich ausbreitende Luftgegend nach oben eben so stark als nach den Seiten sich ausdehnet, also ihre eigene Gewalt schwächet; daher ein Wind aus diesen Ursachen unmöglich in großen Weiten kann verspürt werden.

Ich führe alles dieses nur kurz an und setze voraus, daß das eigene Nachdenken des Lesers das nöthige Licht über das Vorgetragene ausbreiten werde. Ich möchte nicht gerne in so wenig Blättern sehr wenig sagen.

Erste Anmerkung.

Ein größerer Grad der Hitze, der auf eine Luftgegend mehr als auf eine andere wirkt, macht einen Wind nach dieser erhitzten Luftgegend hin, der so lange anhält, als die vorzügliche Wärme der Gegend fortdauert.

Die vermehrte Hitze nöthigt die Luft mehr Raum einzunehmen. Sie breitet sich zu den Seiten und eben so stark in die Höhe aus. In diesem Augenblicke wird das Gewicht dieser Luftgegend verändert, weil, indem die oberwärts sich erhebende Luft überfließt, die Luftsäule fortan weniger Luft enthält. Die benachbarte kühlere, mithin dichtere und schwerere Luft verdrängt sie wegen der Überwucht aus ihrem Platz. Sie wird eben so wie die vorige verdünnet und leichter gemacht und weicht also dem Drucke der nächsten und so fortan. Man denke nicht, diese erhitzte Luft, da sie

eben so wohl seitwärts sich auszubreiten bestrebt ist, werde einen Wind von der Gegend der Erhitzung in die kühlere Luftgegend machen. Denn erstlich weil die Ausbreitung nach allen Seiten gleich stark geschieht, mithin die Ausspannungskraft, die dieser umgekehrt proportionirt ist, wie der Kubus der Entfernung von dem Mittelpunkte gegenseitig abnimmt, so würde die sich ausbreitende Gewalt eines Platzes von Luft, der 4 Quadratmeilen in sich enthielte, wenn sie um den 10ten Theil vermehrt worden, in der Entfernung einer Meile von diesem erhitzten Platze nur noch den 80sten Theil dieser vermehrten Kraft betragen, mithin gar nicht einmal können verspürt werden. Die Ausbreitung kann aber auch nicht einmal bis dahin reichen. Denn ehe die Luft sich noch so weit erweitert, wird sie wegen der Verminderung ihres Gewichts dem Druck der dichtern weichen und ihren Platz derselben einräumen.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Die angeführte Regel wird so sehr durch alle Erfahrungen bestätigt, daß man auch nicht eine einzige Ausnahme dagegen aufbringen kann. Alle Inseln, die im Meere liegen, alle Küsten der Länder in Gegenden, wo die Sonnenhitze stark wirkt, empfinden einen anhaltenden Seewind, so bald die Sonne sich so weit über den Horizont erhoben hat, daß sie auf die Erde namhaft wirket. Denn da diese mehr Erhitzung als das Meer annimmt, so wird die Landluft mehr verdünnet als die Seeluft und weicht daher wegen ihrer Leichtigkeit dem Gewicht der letztern. In dem weitläuftigen äthiopischen Ocean ist der Wind sehr weit vom festen Lande der natürliche allgemeine Ostwind, aber näher zu den Küsten von Guinea bekommt er eine Wendung von diesem seinem Zuge und wird genöthigt, über Guinea hinzuwehen, welches, durch die Sonne mehr als das Weltmeer erhitzet, einen Zug der Luft über seinen erwärmten Boden verursacht. Man sehe nur die Karte an, die Jurin bei des Varenius allgemeiner Geographie oder Musschenbroek seiner Physik beigefügt hat, so wird man in einem Augen-

blick, wenn man den natürlichen allgemeinen Ostwind und diese Regel zugleich vor Augen hat, alle Richtungen des in dem Meere bei Guinea wehenden Windes, die Tornaden und alles übrige völlig einsehen und erklären können. Darum regieren in Norden die Nordwinde zur Winterszeit, wenn die Sonne die Luft in der südlichen Halbkugel verdünnet. Daher heben auch die Winde im Anfange des Frühlings an von dem Äquator nach der nordlichen Halbkugel zu wehen, weil die vermehrte Sonnenwärme in dieser die Luft verdünnet und einen Rückzug von dem Äquator zu der nordlichen temperirten Zone hin verursacht. Dieser Wind erstrecket sich nicht weit in diesen gemäßigten Erdstrich hinein, weil die Sonnenwärme zu der Zeit noch nicht viel Wirkung in größerer Entfernung vom Äquator verrichten kann. Um diese Zeit, im April- und Maimonate, wehen die Winde aus dem innern Äthiopien über Ägypten hin, welche die Campsin genannt werden und, da sie von einem erhitzten Boden kommen, eine brennend heiße Luft mit sich führen; denn die verdünnte Luft in der temperirten Zone nöthiget die Äquatorsluft, zurückzutreten und sich eine Zeit lang über diese Gegend auszubreiten.

Zweite Anmerkung.

Eine Luftgegend, die sich mehr als eine andere verkühlet, bringet in der benachbarten einen Wind zuwege, der in den Platz der Verkühlung hineinwehet.

Die Ursache ist aus der Verminderung der ausdehnenden Kraft durch die Abnahme der Wärme leicht begreiflich.

Bestätigung aus der Erfahrung.

In allen Meeren nahe bei den Küsten des festen Landes oder der Inseln, die einer starken Sonnenwirkung ausgesetzt sind, wehet des Nachts ein anhaltender Landwind. Denn zu der Zeit verlieret die Seeluft schneller ihre Wärme als die Landluft, weil der erhitzte Boden in der letztern die Wärme ohne sonder-

liche Verminderung erhält, dagegen das Meer, welches wenig Hitze des Tages über eingenommen hat, die über ihm befindliche Luft schneller verkühlen läßt. Daher weichet diese der Ausspannungskraft der erstern und verstattet einen Luftzug von dem Lande in die abgekühlte Meeresgegend. Die Südwinde, die, wie Mariotte anmerkt, in Frankreich im Anfange des Novembers wehen, sind der Verkühlung der Luft im tiefen Norden, da der Winter alsdenn mit aller Strenge anhebt, zuzuschreiben.

Dritte Anmerkung.

Ein Wind, der vom Äquator nach dem Pole hinweht, wird immer je länger desto mehr westlich, und der von dem Pole zum Äquator hinzieht, verändert seine Richtung in eine Collateralbewegung aus Osten.

Diese Regel, welche, so viel mir wissend ist, noch niemals angemerkt worden, kann als ein Schlüssel zur allgemeinen Theorie der Winde angesehen werden. Der Beweis derselben ist sehr begreiflich und überzeugend. Die Erde drehet sich von Abend gegen Morgen um die Achse. Ein jeder Ort auf ihrer Oberfläche hat daher desto mehr Schnelligkeit, je näher er dem Äquator ist, und desto weniger, je weiter er davon entfernet ist. Die Luft, die zu dem Äquator hingeht, trifft auf ihrem Wege also immer Örter an, die mehr Bewegung vom Abend gegen Morgen haben, als sie selber. Sie wird also diesen einen Widerstand in entgegengesetzter Richtung, nämlich von Osten nach Westen, leisten, und der Wind wird daher in dieser Collateralrichtung abweichen. Denn es ist einerlei, ob der Boden unter einem flüssigen Wesen, das nicht in gleicher Schnelligkeit nach derselben Richtung bewegt wird, fortrückt, oder ob dieser über den Boden in entgegengesetzter Direction bewegt wird. Wenn dagegen der Wind vom Äquator zum Pole hinwehet, so kommt er immer über Örter der Erde, die weniger Bewegung vom Abend gegen Morgen haben als die Luft, die er mit sich führt; denn diese hat eine solche, die der Schnelligkeit des Ortes gleich ist, von da er

sich ausgebreitet hat. Er wird also über die Örter, worüber er kommt, von Abend gegen Morgen wegziehen, und seine Bewegung zum Pole hin wird mit der Collateralbewegung aus Abend verbunden werden.

Um sich dieses deutlich vorzustellen, muß man zuerst vor Augen haben, daß, wenn die Atmosphäre im Gleichgewicht ist, ein jeder Theil derselben mit dem Orte der Oberfläche der Erde, worüber er sich befindet, gleiche Geschwindigkeit der Drehung von Abend gegen Morgen habe und in Ansehung desselben in Ruhe sei. Wenn aber ein Theil des Luftkreises in der Richtung des Meridians seinen Platz verändert, so trifft er auf Stellen des Erdbodens, die sich mit mehr oder weniger Schnelligkeit von Abend gegen Morgen bewegen, als er von demjenigen Orte noch an sich hat, von welchem er weggerückt worden. Er wird sich also über die Gegenden, worüber er ziehet, entweder mit einer Abweichung von Abend gegen Morgen bewegen, oder in der Richtung von Morgen gegen Abend der Oberfläche der Erde widerstehen, welches in beiden Fällen einen Wind macht, der diese Collateralrichtung hat. Die Stärke dieser Seitenbewegung beruhet sowohl auf der Schnelligkeit des Orts, worüber er bewegt wird, als auch auf dem Unterscheide der Schnelligkeit der Örter, von und zu welchen er übergeht. Nun ist aber die Schnelligkeit der Achsendrehung eines jeden Punkts auf der Oberfläche der Erden dem Cosinus der Breite und der Unterscheid dieses Cosinus zweier sehr nahe, z. E. einen Grad weit, von einander abstehenden Örter der Oberfläche dem Sinus der Breite proportionirt; also wird das Moment der Geschwindigkeit, womit er in dem Übergange aus einem Grade der Breite in den andern seitwärts verrückt wird, in zusammengesetzter Verhältniß der Sinus und Cosinus der Breiten stehen, mithin bei dem 45. Grade am größten, in gleicher Entfernung aber von demselben gleich sein.

Damit man sich von dem Grade dieser Collateralbewegung einen Begriff machen könne, so laßt uns einen Nordwind nehmen, der von der Breite von $23^1/_2$ Grad zum Äquator hinwehet. Dieser hat, wenn er von benanntem Grade angefangen, eine Bewegung,

die der seines Orts von Abend gegen Morgen gleich ist. Wenn er 5 Grade näher zum Äquinoctialzirkel gekommen, so trifft er einen Erdstrich an, der sich schneller in der benannten Richtung beweget. Nun findet man durch eine leichte Rechnung, daß der Unterscheid der Schnelligkeit dieser beiden Parallelzirkel 45 Fuß in einer Secunde austrägt; also würde die Luft, wenn sie aus dem 23sten Grade in den 18ten angelanget ist, der Erde in dieser Gegend einen Gegenwind von Morgen gegen Abend verursachen, der 45 Fuß in einer Secunde zurück zu legen vermögend wäre, wenn nicht in dem ganzen Wege dieser 5 Grade der darüber ziehenden Luft durch den Umschwung der Erde schon immer etwas von ihrer Bewegung wäre mitgetheilet worden, so daß dieser Unterscheid im 5ten Grade der Fortrückung bei weitem so viel nicht austragen kann. Weil aber doch immer ein Unterscheid übrig bleiben muß, so wollen wir ihn nur den 5ten Theil desjenigen, der ohne diesen Grund statt haben würde, annehmen, so wird die Collateralbewegung dennoch 9 Fuß in einer Secunde austragen, welches genung ist, um aus einem geraden Nordwinde, welcher 18 Fuß in einer Secunde durchstreicht und vom 23sten Grade anhebt, im 18ten einen Nordostwind zu machen. Eben so wird ein Südwind, der vom 18ten Grade in den 23sten mit eben dieser Schnelligkeit übergegangen, in dem letztern Grade in einen Südwestwind verändert werden, weil er mit einem eben so großen Überschusse des Schwunges von Abend gegen Morgen, als vorher ausgerechnet worden, in den langsamer bewegten Parallelzirkel übertritt.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Diese wird den folgenden Anmerkungen beigefügt werden.

Vierte Anmerkung.

Der allgemeine Ostwind, welcher den ganzen Ocean zwischen den Wendezirkeln beherrscht, ist keiner andern Ursache, als der, welche aus der ersten mit der dritten verbundenen Anmerkung erhellet, zuzuschreiben.

Diejenige Meinung, welche den allgemeinen Ostwind dem Nachbleiben des Luftkreises bei der Drehung der Erde von Abend gegen Morgen beimißt, ist mit gutem Grunde von den Naturkundigen verworfen worden, weil der Luftkreis, wenn er gleich anfänglich bei dem ersten Umschwunge etwas zurückgeblieben, doch in kurzem mit gleicher Schnelligkeit muß fortgeführet worden sein. Ich habe diesen Gedanken aber auf eine vortheilhaftere und richtigere Art angebracht, indem ich beweise, daß er gilt, wenn die Luft aus den entlegenern Parallelzirkeln zu dem Äquator tritt; denn alsdenn hat sie gewiß nicht gleiche Geschwindigkeit mit der Bewegung dieses größten Zirkels und muß ohne Zweifel etwas nachbleiben. Der hieraus entstehende Ostwind wird unaufhörlich sein, wenn unaufhörlich neue Luft zu dem Äquator von den Seiten hinziehet, denn die vorige würde freilich bald diese entgegenstrebende Bewegung durch die fortgesetzte Wirkung der Erdfläche verlieren.

Seitdem die erste Ursache mit allgemeiner Übereinstimmung abgeschafft ist, so ist man darin übereingekommen, den allgemeinen Ostwind zwischen den Wendezirkeln dem Nachzuge der Luft hinter diejenige, die durch die Sonne von Morgen gegen Abend hin verdünnet worden, zuzuschreiben. Man würde mit dieser Erklärung gewiß nicht zufrieden gewesen sein, wenn man eine bessere gehabt hätte. Wenn die Luft aus der Ursache der ersten Anmerkung zu dem von der Sonnenwirkung erhitzten Platze herbeiziehet, so muß es die gegen Abend von der Sonne abstehende eben so wohl thun, als die gegen Morgen sich befindet; ich sehe also nicht, warum um den ganzen Erdboden nichts als Ostwind sein sollte. Wenn sie aber nur wegen der Verkühlung einer einige Zeit vorher erwärmten Luft sich in ihren Platz bewegt, so muß sie sich um deswillen eher von Abend gegen Morgen bewegen, weil die Örter, die von der Sonne gegen Morgen liegen, sich mehr verkühlt und also weniger Elasticität haben, als welche die Sonne länger verlassen hat. Kann man sich aber, wenn ich gleich zugeben wollte, daß alles so zuginge, als man es verlanget, auf irgend eine vernünftige Art vorstellen,

wie es möglich sei, daß der Zug der Luft, der, wenn die Sonne im Abendhorizonte ist, ihr nachgeht, bis 180 Grade davon, d. i. 2700 Meilen morgenwärts, einen Nachzug verursachen könne? und muß in so erstaunlichen Entfernungen nicht eine so gringe Bewegung gänzlich verschwinden? Und doch bewegt sich der Wind in allen Theilen des Wendezirkels und in allen Tagezeiten gleich stark von Morgen gegen Abend. Herr Jurin, der eben dieselbe Meinung unterstützet, hat freilich guten Grund, wenn er es nicht beweisen kann, warum nicht weit von den Wendezirkeln, da doch gewiß die Sonnenwirkung auch nicht unbeträchtlich ist, eben derselbe Ostwind verspüret werde. Denn in der That, er kann gar nicht aus der angeführten Ursache erklärt werden.

Sehet also hier eine andere, welche besser mit den bekanntesten Gründen der Naturwissenschaft zusammen stimmt. Die Hitze, die in dem heißen Erdstriche und neben demselben stärker ist, als anderwärts, erhält die Luft, die sich über demselben befindet, in beständiger Verdünnung. Die etwas weniger heiße und also auch schwerere Luftstriche, die weiter von dem Äquator abstehen, dringen nach den Gesetzen des Gleichgewichts in ihren Platz, und weil sie zu dem Äquator sich hin bewegen, so muß ihre nordliche Richtung nach der dritten Anmerkung in eine Collateralbewegung aus Osten ausschlagen. Daher wird der allgemeine Ostwind zu den Seiten des Äquators eigentlich ein Collateralwind sein, der aber unter der Linie selber, wo der Südost- und Nordostwind von beiden Hemisphärien gegen einander streben, in einen geraden Ostwind ausschlagen muß, je weiter aber von der Linie desto mehr nach der Polarrichtung abweichet.

Bestätigung aus der Erfahrung.

Die Barometerhöhe ist nach allen einstimmigen Beobachtungen einen Zoll niedriger nahe zum Äquator, als in den temperirten Zonen. Folget nun hieraus nicht von selber, daß die Luft dieser letztern Erdstriche nach den Gesetzen des Gleichgewichts zum Äquator hindringen müsse, und macht diese Bewegung

nicht in unserer Halbkugel einen immerwährenden Nordwind in der heißen Zone? Woher schlägt er aber immer mehr und mehr und endlich unter der Linie gänzlich in einen Ostwind aus? Die Antwort findet man am Ende der 4. Anmerkung. Warum aber wird das Gleichgewicht hier niemals völlig wieder hergestellt? Weswegen bleibt die Luft in dem brennenden Erdgürtel immer um einen Zoll Quecksilberhöhe leichter als die in der temperirten Zone? Die immer hier wirksame Hitze hält alle Luft in einer stetigen Ausspannung und Verdünnung. Wenn also auch neue Luft in diese Gegend dringt, um das Gleichgewicht herzustellen, so wird diese eben so wohl wie die vorige ausgebreitet. Die erhöhte Luftsäule steiget über die Wasserwage der übrigen und fließt oberwärts nach dieser Seite ab. Also muß die Äquatorsluft, weil sie niemals höher steigen kann, als die in den temperirten Zonen und dennoch eine dünnere Luft in sich enthält, immer leichter sein als diese und dem Drucke derselben nachgeben.

Erklärung der Westwinde, welche den Ocean in dem Zwischenraume zwischen dem 28sten und 40sten Grade größtentheils beherrschen.

Die Richtigkeit der Beobachtung selber ist durch die Erfahrung der Seefahrenden sowohl im Stillen als Atlantischen als auch Japonischen Meere hinlänglich bestätigt. Zur Ursache bedarf man keines andern Grundsatzes, als desjenigen aus der vorigen Anmerkung. Eigentlich sollte aus dem daselbst angeführten Grunde hier ein gemäßigter Nordostwind wehen. Weil aber die Luft, die sich von beiden Hemisphärien zu dem Äquator häufet, daselbst unaufhörlich überfließt und sich in der obern Region unserer Halbkugel nach Norden ausbreitet und, da sie von dem Äquator herkommt, beinahe völlig die Bewegung desselben überkommen hat, so muß sie mit einer Collateralbewegung von Abend gegen Morgen über die untere Luft in den entfernteren Parallelzirkeln fortrücken (siehe die dritte Anmerkung), sie wird aber ihre Wirkung nur da auf die niedrige Luft thun, wo

die entgegengesetzte Bewegung derselben schwächer wird, und wo sie selber in die untere Region herabtritt. Dieses aber muß in einer ziemlich namhaften Entfernung von dem Äquator geschehen, und daselbst werden West- und Collateralwinde herrschen.

Fünfte Anmerkung.

Die Moussons oder periodische Winde, die den Arabischen, Persischen und Indischen Ocean beherrschen, werden ganz natürlich aus dem in der dritten Anmerkung erwiesenen Gesetz erkläret.

In diesen Meeren wehen vom April bis in den September Südwestwinde, eine Zeit lang folgen Windstillen darauf, und von dem October bis in den März wehen wieder die entgegengesetzte Nordostwinde. Man sieht, durch das vorige vorbereitet, in einem Augenblicke die Ursache davon ein. Die Sonne tritt in dem Märzmonat in unsere nordliche Halbkugel hinüber und erhitzt Arabien, Persien, Indostan, die anliegende Halbinseln, imgleichen China und Japan stärker, als die zwischen diesen Ländern und dem Äquator befindlichen Meere. Die Luft, die über diesen Meeren stehet, wird durch eine solche Verdünnung der nordlichen Luft genöthiget, nach dieser Seite sich auszubreiten, und wir wissen, daß ein Wind, der vom Äquator nach dem Nordpole hingeht, in eine südwestliche Richtung ausschlagen muß. Dagegen so bald die Sonne das Herbstäquinoctium überschritten und die Luft der südlichen Halbkugel verdünnet, so tritt die aus dem nordlichen Theile des heißen Erdstriches hinunter zum Äquator. Nun schlägt ein aus den nordlichen Gegenden zur Linie eilender Wind nothwendig, wenn er sich selbst überlassen ist, in einen Nordostwind aus; also ist leicht einzusehen, warum dieser den vorigen Südwestwind ablösen müsse.

Man siehet auch leicht den Zusammenhang dieser Ursachen, in so weit sie zu Hervorbringung der periodischen Winde zusammen stimmen. Es muß nahe bei dem Wendezirkel ein weit gestrecktes festes Land sein, welches durch die Sonnenwirkung mehr Hitze an-

nimmt als die Meere, die zwischen ihm und dem Äquator begriffen sein, so wird die Luft dieser Meere bald genöthigt werden über diese Länder hinzustreichen und einen westlichen Collateralwind machen, bald von diesen Ländern sich wiederum über die Meere ausbreiten.

Bestätigung aus der Erfahrung.

In dem ganzen Océan zwischen Madegascar und Neuholland wehet der beständige und den Meeren, die dem Windezirkel des Steinbocks nahe liegen, natürliche Südostwind. Allein in der Gegend von Neuholland, in einem weitgestreckten Meere neben diesem Lande, sind die periodische Winde anzutreffen, die vom April bis in den October von Südost und die übrige Monate von Nordwest wehen. Denn diese letztere Monate hindurch ist in den Australländern, wovon wir nur die Küsten Neuhollands kennen, Sommer. Die Sonne erhitzt hier das Erdreich weit stärker als die benachbarte Meere und nöthiget die Luft von den Gegenden des Äquators nach dem Süderpole hinzustreichen, welches nach dem, was in der dritten Anmerkung gesagt worden, einen Nordwestwind verursachen muß. In den Monaten vom April bis in den October erhebet sich die Sonne über das nordliche Hemisphärium, und alsdenn tritt die südliche Luft wiederum zurück zum Äquator, um in die Gegend der Verdünnung zu strömen, und macht den entgegengesetzten Südostwind. Es ist nicht zu verwundern, daß die mehresten Naturforscher von der periodischen Veränderung der Winde in dem gedachten Theile des südlichen Oceans keinen Grund angeben können, weil das Gesetze ihnen nicht bekannt war, das wir in der dritten Anmerkung ausgeführt haben. Diese Einsicht kann ungemein nützlich werden, wenn man sie zu Entdeckung neuer Länder anwenden will. Wenn ein Seefahrender in der südlichen Halbkugel nicht weit von dem Wendezirkel zu der Zeit, wenn die Sonne denselben überschritten hat, einen anhaltenden Nordwestwind verspüret, so kann dieses ihm ein beinahe untrügliches Merkmal sein, daß gegen Süden hin ein weitgestrecktes festes Land sein müsse, über welchem die Sonnenhitze die Äquators-

luft nöthiget, zu streichen und einen mit einer westlichen Abweichung verbundenen Nordwind macht. Die Gegend von Neuholland giebt nach den jetzigen Wahrnehmungen noch die größte Vermuthung eines daselbst befindlichen weit ausgebreiteten Australlandes. Diejenige, welche das Stille Meer befahren, können unmöglich alle Gegenden der südlichen Halbkugel durchsuchen, um daselbst neue Länder auszuspähen. Sie müssen eine Anleitung haben, die sie urtheilen läßt, auf welcher Seite sie solche wahrscheinlicher Weise antreffen werden. Diese Anleitung könnten ihnen die Nordwestwinde geben, die sie daselbst in großen Meeresstrichen zur Sommerszeit antreffen möchten, denn diese sind Merkmale eines nahen Südlandes.

Beschluß.

Es ist eine Quelle eines nicht gringen Vergnügens, wenn man, durch die obige Anmerkungen vorbereitet, die Karte ansieht, worauf die beständige oder periodischen Winde aller Meere anzutreffen sein; denn man ist im Stande mit Hinzuziehung der Regel, daß die Küsten der Länder die Richtung der Winde nahe bei denselben ihnen parallel machen, von allen Winden Grund anzugeben. Die Zwischenzeiten der periodischen Winde, die eine Zeit lang eine Gegend durchstreichen und hernach von entgegengesetzten abgelöset werden, die Zwischenzeit dieser Abwechselung, sage ich, ist mit Windstillen, Regen, Ungewittern und plötzlichen Orkanen beunruhigt. Denn alsdenn herrscht schon in der obern Luft der entgegengesetzte Wind, wenn der vorige noch in der untern nicht völlig nachgelassen hat, und indem beide gegen einander treiben, so halten sie sich endlich im Gleichgewicht auf, verdicken die Dünste, die sie mit sich führen, und richten alle die genannte Veränderungen an. Man kann es auch fast als eine allgemeine Regel annehmen, daß Ungewitter durch einander entgegen strebende Winde zusammen getrieben werden. Denn man bemerkt gemeiniglich, daß nach dem Gewitter sich der Wind ändere. Nun war dieser entgegengesetzte Wind schon wirklich vor dem Ungewitter in der obern Luft an-

zutreffen, er war auch derjenige, welcher die Wettermaterie zusammen trieb und die Wetterwolke über den Horizont führte, denn man findet gewöhnlich, daß die Ungewitter dem untern Winde entgegen aufsteigen; das Gewitter entstand, als die Winde sich im Gleichgewichte aufhielten, und nach demselben behält der entgegengesetzte die Oberhand. Die anhaltende Regen, die oft bei hohem Barometer als z. E. im vorigen Sommer wahrgenommen werden, sind solchen einander in zwei Regionen entgegenstrebenden Luftzügen mit vieler Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben. Man kann die Bemerkung des Mariotte, daß die Winde, die im neuen Lichte aus Norden zu wehen anfangen, ohngefähr in 14 Tagen den ganzen Compaß durchlaufen, so daß sie erstlich in Nordost, dann in Osten, darauf in Südost und so ferner herumgehen, imgleichen daß die Winde niemals den ganzen Zirkel in entgegengesetzter Richtung vollenden, durch die Regel der dritten Anmerkung vollkommen erklären. Denn der Nordwind schlägt natürlicher Weise in einen Nordostwind aus; dieser, wenn das Gleichgewicht mit der Gegend, wohin er ziehet, hergestellt ist, wird wegen des Widerstandes derselben Luftgegend ganz ostlich. Alsdenn, weil die in Süden zusammengedrückte Luft sich wieder nach Norden ausdehnet, macht dieses in Verbindung mit dem Ostwinde eine südostliche Abweichung, diese wird durch die in der dritten Anmerkung angeführte Ursache erst südlich, denn südwestlich, darauf wegen des Widerstandes der nordlichen ins Gleichgewicht hergestellten Luft westlich, darauf aus Verbindung mit der sich wieder ausdehnenden nordlichen Luft nordwestlich, endlich gänzlich nordlich.

Der Raum, den ich dieser kurzen Betrachtung bestimmet habe, setzet ihrer weiteren Ausführung Schranken. Ich beschließe dieselbe damit, daß ich denen Herren, welche mir die Ehre erzeigen, in meinen gringen Vortrag einiges Vertrauen zu setzen, eröffne, daß ich die Naturwissenschaft über des Herrn D. Eberhards erste Gründe der Naturlehre zu erklären gesonnen sei. Meine Absicht ist nichts vorbei

zu lassen, was eine gründliche Einsicht in die wichtige Entdeckungen alter und neuer Zeiten befördern kann, und vornehmlich den unendlichen Vorzug, den die letztere durch die glückliche Anwendung der Geometrie vor jenen erhalten haben, in deutlichen und vollständigen Beispielen zu beweisen. Ich fahre fort, in der Mathematik Anleitung zu geben und den Lehrbegriff der Weltweisheit mit der Erläuterung der Meyerschen Vernunftlehre zu eröffnen. Ich werde die Metaphysik über das Handbuch des Herrn Prof. Baumgarten vortragen. Die Schwierigkeiten der Dunkelheit, die dieses nützlichste und gründlichste unter allen Handbüchern seiner Art zu umgeben scheinen, werden, wo ich mich nicht zu sehr schmeichle, durch die Sorgfalt des Vortrags und ausführliche schriftliche Erläuterungen gehoben werden. Mich dünkt, es sei mehr als allzu gewiß, daß nicht die Leichtigkeit, sondern die Nützlichkeit den Werth einer Sache bestimmen müsse, und daß, wie ein sinnreicher Schriftsteller sich ausdrückt, die Stoppeln ohne Mühe oben fließend gefunden werden, wer aber Perlen suchen will, in die Tiefe herabsteigen müsse.

XII.

M. Immanuel Kants

Entwurf und Ankündigung

eines

Collegii der physischen Geographie,

nebst dem Anhange einer kurzen Betrachtung

über die Frage:

Ob die Westwinde in unseren Gegenden darum feucht seien, weil sie über ein grosses Meer streichen.

1757.

Der vernünftige Geschmack unserer aufgeklärten Zeiten ist vermuthlich so allgemein geworden, daß man voraussetzen kann, es werden nur wenige gefunden werden, denen es gleichgültig wäre, diejenigen Merkwürdigkeiten der Natur zu kennen, die die Erdkugel auch in andern Gegenden in sich faßt, welche sich außer ihrem Gesichtskreise befinden. Es ist auch für keinen geringen Vorzug anzusehen, daß die leichtgläubige Bewunderung, die Pflegerin unendlicher Hirngespinnste, der behutsamen Prüfung Platz gemacht hat, wodurch wir in den Stand gesetzt werden, aus beglaubigten Zeugnissen sichere Kenntnisse einzuziehen, ohne in Gefahr zu sein, statt der Erlangung einer richtigen Wissenschaft der natürlichen Merkwürdigkeiten uns in einer Welt von Fabeln zu verirren.

Die Betrachtung der Erde ist vornehmlich dreifach. Die mathematische sieht die Erde als einen beinahe kugelförmigen und von Geschöpfen leeren Weltkörper an, dessen Größe, Figur und Cirkel, die auf ihm müssen gedacht werden, sie erwägt. Die politische lehrt die Völkerschaften, die Gemeinschaft, die die Menschen unter einander durch die Regierungsform, Handlung und gegenseitiges Interesse haben, die Religion, Gebräuche u. s. w. kennen; die physische Geographie erwägt blos die Naturbeschaffenheit der Erdkugel, und was auf ihr befindlich ist: die Meere, das feste Land, die Gebirge, Flüsse, den Luftkreis, den Menschen, die Thiere, Pflanzen und Mineralien. Alles dieses aber nicht mit derjenigen Vollständigkeit und philosophischen Genauheit in den Theilen, welche ein Geschäfte der Physik und Naturgeschichte ist, sondern mit der vernünftigen Neubegierde eines Reisenden, der allenthalben das Merkwürdige, das Sonderbare und Schöne aufsucht, seine gesammelten Beobachtungen vergleicht und seinen Plan überdenkt.

Ich glaube bemerkt zu haben, daß die erste zwei Gattungen der Erdbetrachtung Hülfsmittel genug für sich finden, wodurch ein Lehrbegieriger auf eine so bequeme als hinreichende Art fortzukommen im Stande ist; allein eine vollständige und richtige Einsicht in der dritten führt mehr Bemühung und Hindernisse mit sich. Die Nachrichten, die hiezu dienen, sind in vielen und großen Werken zerstreuet, und es fehlt noch an einem Lehrbuche, vermittelst dessen diese Wissenschaft zum akademischen Gebrauche geschickt gemacht werden könnte. Daher faßte ich gleich zu Anfange meiner akademischen Lehrstunden den Entschluß, diese Wissenschaft in besondern Vorlesungen nach Anleitung eines summarischen Entwurfes vorzutragen. Dieses habe ich in einem halbjährigen Collegio zur Genugthuung meiner Zuhörer geleistet. Seitdem habe ich meinen Plan ansehnlich erweitert. Ich habe aus allen Quellen geschöpft, allen Vorrath aufgesucht, und außer demjenigen, was die Werke des Varenius, Buffon und Lulofs von den allgemeinen Gründen der physischen Geographie enthalten, die gründlichsten Beschreibungen besonderer Länder von geschickten Reisenden, die allgemeine Historie aller Reisen, die Göttingische Sammlung neuer Reisen, das Hamburgische und Leipziger Magazin, die Schriften der Akademie der Wissenschaften zu Paris und Stockholm u. a. m. durchgegangen, und aus Allem, was zu diesem Zweck gehörte, ein System gemacht. Ich liefere hier hievon einen kurzen Entwurf. Man wird urtheilen können, ob es, ohne dem Namen eines Gelehrten Abbruch zu thun, erlaubt sei, in diesen Dingen unwissend zu sein.

Kurzer Abriß der physischen Geographie.

Vorbereitung.

Die Erde wird kürzlich nach ihrer Figur, Größe, Bewegung und den Cirkeln, die wegen dieser auf ihr müssen gedacht werden, betrachtet, doch ohne sich in diejenige Weitläuftigkeit einzulassen, die für die mathe-

matische Geographie gehört. Alles dieses wird auf dem Globo, und zugleich die Eintheilung in Meere, festes Land und Inseln, die Proportion ihrer Größe, die Klimata, die Begriffe der Länge, der Breite, der Tageslänge und der Jahreszeiten kürzlich gewiesen.

Abhandlung.

I. Allgemeiner Theil der physischen Geographie.

Erstes Hauptstück.

Vom Meere.

Dessen Eintheilung in den Ocean, die mittelländischen Meere und die Seen. Von Archipelagis. Von den Busen, Meerengen, Häfen, Ankerplätzen. Vom Boden des Meeres und dessen Beschaffenheit. Von der Tiefe desselben in verschiedenen Meeren gegen einander verglichen. Vom Senkblei und der Täucherglocke. Methoden, versunkene Sachen in die Höhe zu bringen. Vom Druck des Meerwassers. Von seiner Salzigkeit. Verschiedene Meinungen der Ursache derselben. Zubereitung des Meersalzes. Methoden, Seewasser süß zu machen. Von der Durchsichtigkeit, dem Leuchten, der Farbe desselben und den Ursachen ihrer Verschiedenheit. Von der Kälte und Wärme desselben in unterschiedlichen Tiefen. Ob das Weltmeer in allen seinen Theilen gleich hoch stehe. Warum das Meer von den Flüssen nicht voller werde. Ob Meere und Seen eine unterirdische Gemeinschaft haben. Bewegung des Meeres durch die Stürme. Wie weit dieselbe sich in der Tiefe erstrecke. Die Meere und Seen, die am unruhigsten sind. Von der Ebbe und Fluth. Gesetze derselben und Ursache. Abweichung von diesen Gesetzen. Allgemeine Bewegung des Meeres. Wie diese durch die Küsten und Felsen anders bestimmt werde. Von den Meerströmen. Von Meerstrudeln. Ursachen derselben. Von dem Zuge der Wasser in den Meerengen. Vom Eismeer. Schwimmende Eisfelder. Nordisches Treibholz. Einige andere Merkwürdigkeiten. Von Klippen und Sandbänken. Von inländischen Seen und Morästen. Merkwürdigen Seen, wie der Cirknitzer und andere.

Zweites Hauptstück.

Geschichte des festen Landes und der Inseln.

Von den unbekannten Ländern, die es entweder gänzlich oder zum Theil sind. Die Berge, Gebirge, das feste Land und die Inseln in einem systematischen Begriffe betrachtet. Von Vorgebirgen, Halbinseln, Landengen. Verglichene Höhe der namhaftesten Berge über den ganzen Erdkreis. Allerlei Beobachtungen auf ihren Spitzen in verschiedenen Welttheilen. Vom Gletscher oder dem schweizerischen Eismeere. Methoden, ihre Höhe zu messen. Von den natürlichen und künstlichen Höhlen und Klüften. Von der Structur des Erdklumpens. Den stratis ihrer Materie, Ordnung und Lage. Von den Erzgängen. Von der Wärme, Kälte und der Luft in verschiedenen Tiefen. Historie der Erdbeben und feuerspeienden Berge auf der ganzen Erdkugel. Betrachtung der Inseln, sowohl derer, die gewiß als solche erkannt werden, als von denen es zweifelhaft ist.

Drittes Hauptstück.

Geschichte der Quellen und Brunnen.

Verschiedene Hypothesen von ihrem Ursprung. Beobachtungen, daraus derselbe kann erkannt werden. Quellen, welche periodisch fließen. Versteinernde, mineralische, heiße und überaus kalte Quellen. Vom Cementwasser. Entzündbare Brunnen. Vom Petroleo und Naphta. Von Veränderung, Entstehen und Vergehen der Quellen. Vom Graben der Brunnen.

Viertes Hauptstück.

Geschichte der Flüsse und Bäche.

Ursprung der Flüsse. Vergleichung der merkwürdigsten auf der Erde in Ansehung der Länge ihres Laufs, ihrer Schnelligkeit, der Menge ihres Wassers; von ihrer Richtung, der Größe ihres Abhanges, Aufschwellung, Überschwemmung, Dämmen und Buhnen, den berühmtesten Canälen. Von Wasserfällen. Von

Flüssen, die im Lande versiegen. Von solchen, die sich unter die Erde verbergen und wieder hervorkommen. Von Flüssen, die Goldsand führen. Methode, es abzusondern. Von der unterschiedenen Schwere des Wassers der Flüsse.

Fünftes Hauptstück.

Geschichte des Luftkreises.

Höhe der Atmosphäre. Die drei Regionen derselben. Vergleichung der Eigenschaften der Luft in verschiedenen Weltgegenden, in Ansehung der Schwere, Trockenheit, Feuchtigkeit, Gesundheit. Betrachtung ihrer Eigenschaft in großen Höhen und Tiefen. Wirkung der Luft auf das Licht der Sterne in verschiedenen Ländern.

Geschichte der Winde.

Die vornehmsten und geringern Ursachen derselben. Ihre Eintheilung nach den Weltgegenden. Winde von verschiedenen Eigenschaften, der Trockenheit, Feuchte, Wärme, Kälte und Gesundheit. Vom Passatwinde, dessen allgemeinen und besondern Gesetzen, nach Beschaffenheit der Erdstriche. Von den Moussons. Von den abwechselnden See- und Landwinden. Von denen, die in einer Gegend die mehreste Zeit herrschen. Von der Schnelligkeit der Winde. Von den Windstillen, den Stürmen, Orkanen, Typhons, der Wasserhose und Wolkenbrüchen, nach den Weltgegenden, worin sie herrschen, ihren Gesetzen und Ursachen erwogen. Die Winde in verschiedenen Erhöhungen von der Erde mit einander verglichen. Kurze Betrachtung einiger besondern Luftbegebenheiten.

Sechstes Hauptstück.

Von dem Zusammenhange der Witterung mit dem Erdstriche oder den Jahreszeiten in verschiedenen Ländern.

Worin der Winter in der heißen Zone bestehe. Warum nicht in allen Erdstrichen, die eben dasselbe Klima haben, der Winter oder Sommer zu gleicher

Zeit und auf gleiche Art geschieht. Woher der heiße Erdstrich bewohnbar sei. Aufzählung der Länder, die unter einem Himmelsstriche liegen, und doch in Ansehung der Wärme und Kälte sehr unterschieden sind. Von der Kälte in dem südlichen Ocean und Ursache derselben. Von den Gegenden der größesten Hitze und Kälte auf dem Erdboden, den Graden und Wirkungen derselben. Von Ländern, darin es niemals, und andern, darin es fast beständig regnet.

Siebentes Hauptstück.

Geschichte der großen Veränderungen, die die Erde ehedem erlitten hat.

a) Von den Veränderungen, die auf derselben noch fortdauren.

Wirkung der Flüsse in Veränderung der Gestalt der Erde aus den Exempeln des Nils, Amazonenstroms, Missisippi und anderer. Wirkungen des Regens und der Gießbäche. Ob das feste Land immer erniedrigt, und das Meer nach und nach erhöhet werde. Von der Wirkung der Winde auf die Veränderung der Erdgestalt. Von der Veränderung derselben durch Erdbeben. Durch den Menschen. Bestätigung durch Beispiele. Von der fortdaurenden Veränderung des festen Landes in Meer und des Meeres in festes Land. Beobachtungen hievon, und Meinungen von den Folgen derselben. Hypothese des Linnäus. Ob die Bewegungen der Erde, die tägliche sowohl als die jährliche, einer Veränderung unterworfen sind.

b) Denkmale der Veränderung der Erde in den ältesten Zeiten.

Alles feste Land ist ehedem der Boden des Meeres gewesen. Beweisthümer aus den in der Erde und auf hohen Bergen befindlichen Muschelschichten, versteinerten oder in Stein abgeformten Seethieren und Seepflanzen. Beweisthümer des Buffons aus der Gestalt der Gebirge. Daß die Veränderung des festen Landes

in Meer und des Meeres in festes Land in langen Perioden oftmals auf einander gefolgt sei; aus den stratis, welche Überbleibsel des Seegrundes enthalten und mit denen, so Producte des festen Landes in sich schließen, abwechseln, bewiesen. Von unterirdischen Wäldern. Lage ihrer verschütteten Bäume. Woher in diesen Erdschichten mehrentheils von indianischen Thieren und Gewächsen Überbleibsel anzutreffen seien. Beurtheilung der sogenannten Spiele der Natur. Von den Steinen, welche eigentlich versteinerte Theile aus dem Thierreich sind.

c) Theorie der Erde, oder Gründe der alten Geschichte derselben.

Ob eine einzige allgemeine Überschwemmung, wie die Noachische, alle diese Veränderungen habe hervorbringen können. Allgemeine Betrachtung der Gestalt des festen Landes, der Richtung und des Abhanges der Gebirge, der Landesspitzen und Inseln, aus deren Analogie auf die Ursache ihres Ursprungs und ihrer Veränderungen geschlossen wird. Folgerung aus der Beschaffenheit der Erdschichten und dem, was sie in sich enthalten. Ob die Achse der Erde sich ehedem verändert habe. Beurtheilung der Hypothesen des Woodward, Burnet, Whiston, Leibniz, Buffon u. a. m. Resultat aus den verglichenen Beurtheilungen.

Achtes Hauptstück.

Von der Schifffahrt.

Von den Rhombis, der Loxodromie, der Schiffsrose, der Schätzung des Weges und Correction derselben. Von Erfindung der Länge und Breite. Prüfung des Grundes. Andere Merkwürdigkeiten bei der Seefahrt. Von den merkwürdigsten Seereisen alter und neuer Zeiten. Von der Vermuthung neuer Länder, und den Bemühungen, sie zu entdecken.

II. Der physischen Geographie besonderer Theil.

1. Das Thierreich, darin der Mensch nach dem Unterscheide seiner natürlichen Bildung und Farbe in verschiedenen Gegenden der Erde auf eine vergleichende Art betrachtet wird; zweitens, die merkwürdigsten Thiere, sowohl die auf dem Lande als in der Luft und auch im Wasser sich aufhalten, die Amphibien und merkwürdigsten Insecten, nach der Geschichte ihrer Natur erwogen werden.

2. Das Pflanzenreich, davon alle diejenigen Gewächse der Erde, die die Aufmerksamkeit entweder durch ihre Seltsamkeit oder besondern Nutzen vornehmlich auf sich ziehen, erklärt werden.

3. Das Mineralreich, dessen angenehmste und auf den menschlichen Nutzen oder Vergnügen am meisten einfließende Merkwürdigkeiten auf eine historische und philosophische Art durchgegangen werden.

Ich trage dieses zuerst in der natürlichen Ordnung der Klassen vor und gehe zuletzt in geographischer Lehrart alle Länder der Erde durch, um die Neigungen der Menschen, die aus dem Himmelsstriche, darin sie leben, herfließen, die Mannichfaltigkeit ihrer Vorurtheile und Denkungsart, in so fern dieses Alles dazu dienen kann, den Menschen näher mit sich selbst bekannt zu machen, einen kurzen Begriff ihrer Künste, Handlung und Wissenschaft, eine Erzählung der oben schon erklärten Landesproducte an ihren gehörigen Orten, die Luftbeschaffenheit u. s. w., mit einem Worte, Alles, was zur physischen Erdbetrachtung gehört, darzulegen.

Alles wird in schriftlichen summarischen Aufsätzen, welche zur leichteren Wiederholung dieser ohnedem durch ihre Annehmlichkeit die Aufmerksamkeit genug unterhaltenden Wissenschaft dienen sollen, zusammengefaßt werden. Die Wissenschaft, wovon gegenwärtiger Abriß einen Entwurf darlegt, wird in diesem Sommerhalbenjahre vorgetragen werden. Ich werde auch die Naturwissenschaft nach Anleitung des Handbuches des Herrn D. Eberhard in besondern Vorlesungen erklären. Die Logik wird nach der Meierischen

kurzen Einleitung und die Metaphysik nach der Anweisung des Baumeisters gelesen. Ich habe im verwichenen halben Jahre auf Verlangen einiger Herrn diesen Wechsel mit dem zwar gründlichern aber schwereren Baumgarten zu ihrer Befriedigung angestellt. Man wird indessen die Freiheit der Wahl haben, von welchem von beiden man sich größere Vortheile versprechen wird. In der Mathematik werden die alten Vorlesungen fortgesetzt und neue angefangen. Meine Bemühungen werden glücklich genug sein, wenn sie den Beifall derjenigen, die zwar nicht den größesten, doch schätzbarsten Theil ausmachen, nämlich der Vernünftigen, erwerben können.

Anhang einer kurzen Betrachtung

über die Frage

Ob die Westwinde in unsern Gegenden darum feucht seien, weil sie über ein großes Meer streichen.

Wenn man die Ursache der Naturbegebenheiten, die von der Himmelsgegend und Beschaffenheit der Erdstriche abhangen, einsehen will, so läuft man oft Gefahr, sein System durch eine nicht vorhergesehene Instanz über den Haufen fallen zu sehen, wenn man nicht vorher verglichene Erscheinungen und Beobachtungen anderer Länder zu Rathe gezogen hat. Es fällt Jedermann leicht ein, die nasse Witterung, die uns die Westwinde zuziehen, der Lage unseres Landes zuzuschreiben, welchem ein großes Meer gegen Abend liegt. Allein diese so leicht, so natürlich scheinende Erklärung wird durch Vergleichung mit der Witterung anderer Länder sehr zweifelhaft gemacht, wo nicht gänzlich aufgehoben. Musschenbroeck, der sonst ebenderselben Meinung zugethan ist, wird dennoch darin ein wenig ungewiß, wenn er erwägt, daß der Nordwind in den Niederlanden ein trockener Wind sei, ob er gleich über das große deutsche Meer und selbst über den nordischen Ocean streicht. Er schreibt seine Trockenheit der Kälte desselben zu. Allein wenn im Sommer die Sonne diesen Ocean hinlänglich er-

wärmt, so fällt dieser Vorwand weg, und der Wind bleibt dem ungeachtet trocken. Man findet aber in der physischen Geographie noch stärkere Gründe wider die gemeine Meinung.

In dem ganzen indischen Ocean, vom Archipelagus der Philippinen an bis in das Arabische Meer, herrschen das Jahr hindurch zwei Wechselwinde: der Nordostwind vom October bis in den Mai, und der Südwestwind vom Mai bis in den October. Der erste führt eine heitere Luft mit sich, und der letzte ist die Ursache der Regenmonate in diesen Ländern; obgleich einer sowohl als der andere über große Meere streicht. Bei den philippinischen Inseln, in Mindanao und den übrigen, wird dieses noch sichtbarer. Der ostliche Mousson kommt über das fast gränzenlose stille Meer her und bringt dennoch heiter Wetter zuwege. Dagegen der westliche Wechselwind, der über Gegenden streicht, die mit Inseln und Landesspitzen besäet sind, die Regenzeit mit sich führt. Kolbe führt an, daß auf dem Vorgebirge der guten Hoffnung, sowohl auf der westlichen als ostlichen dazu gehörigen Gegend, die Ostwinde das trockene Wetter, die Westwinde aber die nasse Jahreszeit zuwegebringen, obgleich nicht abzusehen ist, warum der Westwind lediglich feucht sein sollte, da gegen Osten ein ebenso weites Meer als gegen Westen liegt. In dem mexikanischen Meerbusen an der Landenge von Panama, in Carthagena und anderwärts wechseln, sowie im indischen Meere, die N.O.- und W.S.W.-Winde die zwei Jahreshälften hindurch. Die ersten, welche man Brisen nennt, sind trocken und machen eine heitere Luft. Die letzte, welche man Vendavalen nennt, sind feucht, und mit ihnen kommt die Regenzeit. Nun kommen aber die N.O.-Winde über den großen Atlantischen Ocean und sind nichtsdestoweniger trocken. Die W.S.W.-Winde aber können von keinem großen Striche des stillen Meeres herkommen, weil in einer mittelmäßigen Entfernung vom festen Lande beständige Ostwinde diese See beherrschen. Auf der Fahrt, die die manillische Gallion von Acapulco nach Manilla anstellt, und da sie, um den Ostwind zu genießen, sich nicht weit vom Äquator entfernt, findet sie fast

beständig heiteres Wetter. Allein bei der Reise von Manilla nach Acapulco, da sie auf eine gewisse Höhe über den nördlichen Windezirkel steuret, fährt sie mit Hülfe der daselbst herrschenden Westwinde nach Amerika, und ist so gewiß, daselbst öftere Regen anzutreffen, daß sie sich auf diese lange Fahrt nicht einmal mit Wasser versorgt, und alle verloren sein würden, wenn sie ausbleiben sollten. Nun sage man mir, wenn man die gemeine Meinung behauptet, eine begreifliche Ursache, warum der Ostwind, der auf dem stillen Meere und zwar in der wärmsten Gegend streicht, allein trocken, der Westwind aber, der über denselben Ocean weht, feucht und regenhaft sein müsse.

Mich dünkt, dieses sei mehr als zureichend, den Gedanken zum wenigsten zweifelhaft zu machen, daß bei uns die Westwinde ihre Feuchtigkeit von dem gegen Westen gelegenen Meere entlehnen. Es scheint vielmehr, daß die Westwinde in allen Gegenden der Erde eine Ursache der feuchten Witterung abgeben, ob ich gleich nicht in Abrede sein will, daß die Beschaffenheit der Gegenden, darüber sie streichen, öfters diese Eigenschaft verringern könne; so wie in dem südlichen Theile von Persien geschieht, da die Südwestwinde, welche über die verbrannte Gegenden von Arabien ziehen, dürre und heiße Luft mit sich führen. Die Enge des Raums hindert mich, die Ursache von dieser Eigenschaft der Westwinde zu erklären. Sollten nicht dieselbe, da sie dem allgemeinen und natürlichen Zuge der Luft von Morgen gegen Abend, der in dem vierten Cap. der phys. Geographie erklärt wird, entgegen streichen, eben um deswillen die Dünste zusammentreiben und verdicken, damit die Luft jederzeit erfüllt ist? Zum wenigsten, wenn man die Luft als ein Auflösungsmittel (menstruum) der Feuchtigkeit auf der Erde ansieht, so ist es nicht genug, sie mit dieser bis zur Sättigung angefüllt anzunehmen, wenn man erklären will, warum sie dieselbe fallen lasse, d. i. warum es regne, sondern man muß eine Ursache anzeigen, die sie niederschlägt (präcipitirt), das ist, die die Luft nöthigt, sie aus ihren Zwischenräumen fahren zu lassen, damit die Dünste sich vereinigen und herabfallen können.

XIII.

M. Immanuel Kants

neuer Lehrbegriff

der

Bewegung und Ruhe

und

der damit verknüpften Folgerungen in den ersten Gründen der Naturwissenschaft,

wodurch zugleich seine Vorlesungen in diesem halben Jahre angekündigt werden.

Den 1. April 1758.

Wenn in einer philosophischen Frage das einstimmige Urtheil der Weltweisen ein Wall wäre, über welchen zu schreiten es vor ein gleich sträfliches Verbrechen mit demjenigen, welches Remus beging, müßte gehalten werden, so würde ich mich den Vorwitz wohl vergehen lassen, meinen Einfällen wieder das entscheidende Gutachten des ehrwürdigen großen Haufens diejenige Freiheit zu erlauben, die durch nichts weiter als durch die gesunde Vernunft gerechtfertiget ist. Ich würde, wenn es mir einfiele, ein Gesetz zu bestreiten, welches nach dem Rechte des Herkommens einen unangefochtenen Besitz in den Lehrbüchern der Weltweisen schon seit Jahrhunderten her behauptet hat, mich selbst bald bescheiden, daß ich entweder hätte eher kommen oder damit zurückbleiben sollen. Nun ich aber eine große Menge solcher unternehmenden Köpfe um mich erblicke, die mit dem Gesetze des Ansehens nichts wollen zu schaffen haben, und gegen die man doch so viel Nachsicht hat, ihre Meinungen wohl gar zu prüfen und ihnen nachzudenken, so wage ich es auf ein gleich günstiges Schicksal, mich unter sie zu mengen, und die Begriffe der Bewegung und der Ruhe, imgleichen der mit der letztern verbundenen Trägheitskraft zu untersuchen und zu verwerfen; ob ich gleich weiß, daß diejenigen Herren, welche gewohnt sind, alle Gedanken als Spreu wegzuwerfen, die nicht auf die Zwangmühle des Wolffischen oder andern berühmten Lehrgebäudes aufgeschüttet worden, bei dem ersten Anblick die Mühle der Prüfung vor unnöthig und die ganze Betrachtung vor unrichtig erklären werden.

Neue Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Ich wünsche, daß sich meine Leser auf einen Augenblick in diejenige Verfassung des Gemüthes versetzen könnten, welche Cartes vor so unumgänglich nöthig zur Erlangung richtiger Einsichten hält, und worin ich mich jetzo befinde, nämlich so lange, als diese Betrachtung währet, aller erlernten Begriffe vergessen zu machen, und den Weg zur Wahrheit ohne einen andern Führer, als die bloße gesunde Vernunft, von selber anzutreten.

In dieser Stellung erkenne ich, daß die Bewegung die Veränderung des Ortes sei. Ich begreife aber auch bald, daß der Ort eines Dinges durch die Lage, durch die Stellung oder durch die äußere Beziehung desselben gegen andere, die um mich sind, erkannt werde. Nun kann ich einen Körper in Beziehung auf gewisse äußere Gegenstände, die ihn zunächst umgeben, betrachten, und denn werde ich, wenn er diese Beziehung nicht ändert, sagen, er ruhe. Sobald ich ihn aber in Verhältniß auf eine Sphäre von weiterem Umfange ansehe, so ist es möglich, daß eben der Körper zusammt seinen nahen Gegenständen seine Stellung in Ansehung jener ändert, und ich werde ihm aus diesem Gesichtspunkte eine Bewegung mittheilen. Nun stehts mir frei, meinen Gesichtskreis so sehr zu erweitern, als ich will, und meinen Körper in Beziehung auf immer entferntere Umkreise zu betrachten, und ich begreife, daß mein Urtheil von der Bewegung und Ruhe dieses Körpers niemals beständig sei, sondern sich bei neuen Aussichten immer verändern könne. Setzet z. E., ich befinde mich in einem Schiffe, welches auf dem Pregel an der Rhede liegt. Ich habe eine Kugel vor mich auf dem Tische liegen; ich betrachte sie in Ansehung des Tisches, der Wände und

anderer Theile des Schiffs, und sage, sie ruhe. Bald darauf sehe ich aus dem Schiffe nach dem Ufer hin und merke, daß das Tau, womit es befestiget war, aufgeknüpft sei und das Schiff langsam den Strom herabtreibe; ich sage alsbald, die Kugel bewegt sich, und zwar von Morgen gegen Abend nach der Richtung des Flusses. Jemand sagt mir aber, die Erde drehe sich in der täglichen Bewegung mit viel größerer Geschwindigkeit von Abend gegen Morgen; alsbald werde ich anderes Sinnes und lege der Kugel eine ganz entgegengesetzte Bewegung bei, mit einer Geschwindigkeit, die aus der Sternenwissenschaft leicht bestimmet wird. Aber man erinnert mich, daß die ganze Kugel der Erde in Ansehung des Planetengebäudes von Abend gegen Morgen in einer noch schnellern Bewegung sei. Ich bin genöthigt, dieselbe meiner Kugel beizulegen, und ändere die Geschwindigkeit, die ich ihr vorher gab. Zuletzt lehrt mich Bradley, daß das ganze Planetengebäude zusammt der Sonne wahrscheinlicher Weise eine Verrückung in Ansehung des Fixsternenhimmels erleide. Ich frage, nach welcher Seite und mit welcher Geschwindigkeit? Man antwortet mir nicht. Und nun werde ich schwindlicht, ich weiß nicht mehr, ob meine Kugel ruhe oder sich bewege, wohin und mit welcher Geschwindigkeit. Jetzt fange ich an einzusehen, daß mir in dem Ausdrucke der Bewegung und Ruhe etwas fehlet. Ich soll ihn niemals in absolutem Verstande brauchen, sondern immer respective. Ich soll niemals sagen: ein Körper ruhet, ohne dazuzusetzen, in Ansehung welcher Dinge er ruhe, und niemals sprechen, er bewege sich, ohne zugleich die Gegenstände zu nennen, in Ansehung deren er seine Beziehung ändert. Wenn ich mir auch gleich einen mathematischen Raum leer von allen Geschöpfen als ein Behältniß der Körper einbilden wollte, so würde mir dieses doch nichts helfen. Denn wodurch soll ich die Theile desselben und die verschiedenen Plätze unterscheiden, die von nichts Körperlichem eingenommen sind?

Nun nehme ich zwei Körper an, deren der eine *B* in Ansehung aller mir zunächst bekannten Gegenstände ruhet, der andere *A* aber gegen ihn mit einer

bestimmten Geschwindigkeit anrückt. Die Kugel *B* mag nun in einer noch so unveränderten Beziehung gegen andere äußere Gegenstände beharren, so ist sie darin doch nicht, wenn man sie in Ansehung der bewegten Kugel *A* betrachtet. Denn ihre Beziehung ist gegenseitig, die Veränderung derselben also auch. Die Kugel *B*, welche in Ansehung gewisser Objecte ruhend genannt wird, nimmt an der Veränderung der gegenseitigen Relationen mit der Kugel *A* gleichen Antheil; sie kommen beide einander näher. Warum soll ich denn trotz allem Eigensinn der Sprache nicht sagen: die Kugel *B*, die zwar in Ansehung anderer äußerlichen Gegenstände in Ruhe ist, befindet sich doch in Ansehung der bewegten Kugel *A* in gleichmäßiger Bewegung?

Ihr werdet mir zugestehen, daß, wenn von der Wirkung, die die beide Körper im Zusammenstoße gegen einander ausüben, die Rede ist, die Beziehung auf andere äußere Dinge hiebei nichts zu schaffen habe. Wenn man also die Veränderung, die hier vorgeht, blos in Ansehung der beiden Körper *A* und *B* betrachten muß, und man ziehet seine Gedanken von allen äußeren Gegenständen ab, so sage man mir, ob man aus dem, was zwischen beiden vorgeht, abnehmen könne, daß einer von beiden ruhe und blos der andere sich bewege, und welcher von ihnen ruhe oder sich bewege? Wird man die Bewegung nicht beiden und zwar beiden in gleichem Maaße beilegen müssen? Die Annäherung derselben gegen einander kommt einem so gut als dem andern zu. Setzet, daß eine Kugel *A* von 3 ℔ Masse sich gegen eine andere *B* von 2 ℔, welche in Ansehung des umgebenden Raumes ruht, bewege; der Raum von 5 Fuß, der zwischen beiden war, wird in einer Secunde zurückgelegt. Und wann ich also blos auf die Veränderung, die zwischen beiden Körpern vorgeht, sehe, so kann ich nichts weiter sagen, als 3 ℔ Masse und 2 ℔ Masse kommen einander in einer Secunde um 5 Fuß näher. Da ich nun nicht die geringste Ursache habe, dem einen von diesen Körpern vor dem andern einen größeren Antheil an dieser Veränderung beizulegen, so werde ich, um auf beiden Seiten eine vollkommene

Gleichheit zu erhalten, die Geschwindigkeit von 5 Fuß in einer Secunde in umgekehrter Verhältniß der Massen vertheilen müssen, d. i. der Körper von 3 ⌀ wird 2 Grade Geschwindigkeit, der von 2 ⌀ aber 3 Grade zu seinem Antheile bekommen, und mit diesen Kräften werden sie wirklich bei dem Stoße in einander wirken. Unerachtet aller Ruhe also, darin der Körper *B* in Ansehung der andern nächsten Gegenstände des Raumes sein mag, hat er dennoch eine wahrhafte Bewegung in Ansehung eines jeden Körpers, der gegen ihn anrückt, und zwar eine Bewegung, die jenes seiner gleich ist; so daß beider Bewegungen Summe derjenigen gleich ist, die in dem Körper *A* allein gedacht werden muß, wenn man sich *B* als in absoluter Ruhe vorstellt.

Wollte man sich diesem ungeachtet den Eigensinn der Sprache anfechten lassen, so gebe ich auf zu bedenken, ob man auch wohl bei einerlei Reden bleiben werde. Wenn eine 12pfündige Kanonenkugel in der Gegend von Paris vom Morgen gegen Abend wider eine Mauer geschossen wird, so sagt selbst der Philosoph, sie bewege sich mit 600 Fuß in einer Secunde Geschwindigkeit, ob er gleich zugestehet, daß, weil die Erde in dieser Breite beinahe eben die Bewegung von Abend gegen Morgen hat, die Kraft des Pulvers eigentlich nichts Anderes gethan hat, als nur diese Bewegung der Kugel aufzuheben; gleichwohl, und ohne sich durch die tägliche oder jährliche Bewegung der Erde irren zu lassen, gesteht man heimlich, daß die Verhältnisse, die die Kugel und die Mauer in Ansehung des nahe oder weit umher umgebenen Raumes haben, hier nichts zur Sache thun, sondern es blos auf die Beziehung ankomme, die diese zwei Körper gegen einander haben. Bei solchem Geständnisse aber, welchem von beiden wollte man respective auf den andern die Ruhe beilegen? da das Phänomenon der Veränderung nichts Anderes zu erkennen giebt, als daß beide einander genähert werden, wenn man nicht vielmehr zugiebt, daß beide sich gegen einander bewegen, die Kugel gegen die Mauer und die Mauer gegen die Kugel, und zwar eine mit so viel Kraft als die andere.

Man sehe nämlich den Raum, der zwischen beiden Körpern zurückgeleget wird, dividirt durch die Zeit, als die Summe der beiderseitigen Geschwindigkeiten an; man spreche: wie sich verhält die Summe der Massen *A* und *B* zu der Masse des Körpers *A*, so verhält sich die gegebene Geschwindigkeit zu der Geschwindigkeit des Körpers *B*, welche, wenn man sie von der gedachten Totalgeschwindigkeit abzieht, die Geschwindigkeit von *A* übrig läßt. Alsdenn wird man die ganze vorgegangene Veränderung unter beide Körper gleich vertheilt haben, und mit diesen gleichen Kräften werden sie einander auch im Stoße treffen. Ich ziehe hieraus zu meinem Zwecke nur folgende 2 Corollarien:

1. Ein jeder Körper, in Ansehung dessen sich ein anderer bewegt, ist auch selber in Ansehung jenes in Bewegung, und es ist also unmöglich, daß ein Körper gegen einen andern anlaufen sollte, der in absoluter Ruhe ist.

2. Wirkung und Gegenwirkung ist in dem Stoße der Körper immer gleich.

Von der Trägheitskraft.

Es würde vielleicht niemals einem Menschen eingefallen sein, vorzugeben, daß ein Körper, der, so lange ein gegen ihn anlaufender Körper ihn noch nicht berührt, völlig ruhig, oder wenn man es so will, im Gleichgewichte der Kraft ist, dennoch im Augenblicke des Stoßes plötzlich eine Bewegung gegen den stoßenden von selber annehmen, oder sich in ein Übergewicht versetzen sollte, um in ihm eine entgegengesetzte Kraft aufzuheben, wenn nicht aus der Erfahrung erhellete, daß in einem Zustande, den ein Jeder vor den Zustand der Ruhe hält, der Körper in einen jeglichen handelnden mit gleichem Grade entgegen wirkte. Nun ich aber bewiesen habe, daß, was man fälschlich vor eine Ruhe in Ansehung des stoßenden Körpers gehalten hat, in der That beziehungsweise auf ihn eine Bewegung sei, so leuchtet von selber ein, daß diese Trägheitskraft ohne Noth erdacht sei, und bei jedem Stoße eine Bewegung eines Kör-

pers gegen einen andern, mit gleichem Grade ihm entgegen bewegten angetroffen werde, welches die Gleichheit der Wirkung und Gegenwirkung, ohne eine besondere Art der Naturkraft erdenken zu dürfen, ganz leicht und begreiflich erkläret. Gleichwohl dienet diese angenommene Kraft ungemein geschickt dazu, alle Bewegungsgesetze sehr richtig und leicht daraus herzuleiten. Aber hiezu dient sie nur ebenso, wie die Newton'sche Anziehungskraft aller Materie zur Erklärung der großen Bewegungen des Weltbaues, nämlich nur als das Gesetz einer durch die Erfahrung erkannten allgemeinen Erscheinung, wovon man die Ursache nicht weiß, und welche folglich man sich nicht übereilen muß, sogleich auf eine dahin zielende innere Naturkraft zu schieben.

Ich kann, ohne etwas von dem Rechte meines Lehrgebäudes zu vergeben, in diesem Verstande ganz wohl zugestehen, daß alle Körper in Ansehung der gegen sie bewegten eine Trägheitskraft haben, d. i. eine Kraft, der Handlung in gleichem Grade entgegen zu wirken, denn dieses ist nichts als ein Erfahrungsgesetz; allein sie scheinen nur sie in völliger Ruhe als eine innere Kraft an sich zu haben, denn sie haben sie in der That blos darum, weil sie gegen den anlaufenden in wirklicher und gleicher Bewegung sein, und sie haben solche nimmer, insoferne sie sich respective auf ihn in Ruhe befinden.

Es kann auch nicht schwer fallen, die angenommenen Begriffe der Trägheitskraft aus andern Gründen zu widerlegen.

Denn 1. es mag ein Körper noch so viel Kräfte haben, wenn er in Ruhe ist, so müssen sie doch alsdenn gewiß in ihm im Gleichgewichte sein. Wie soll es denn zugehen, daß, sobald der stoßende Körper diesen ruhenden berührt, der letztere sich plötzlich selber in eine gegen die Seite des anlaufenden überwiegende Bewegung oder Bestrebung versetzen soll, um in ihm einen Theil seiner Kraft zu vertilgen? Denn würde seine innere Kraft selbst im Augenblicke des Stoßes noch immer im Gleichgewicht sein, so würde sie dieser mit nichts Widerstand leisten. Und gesetzt auch, daß

2. diese plötzlich entstandene Bestrebung möglich wäre, so würde der leidende Körper selbst von dem Stoße keine Bewegung bekommen; denn der Stoß und die Gegenwirkung würden sich einander aufheben, und es würde daraus nichts mehr folgen, als daß beide Körper aufhöreten, in einander zu wirken, nicht aber, daß der gestoßene sich nach diesem bewegen sollte. Und außer diesem, weil die Trägheitskraft eine natürliche Kraft ist, so müßte sie, wenngleich das Gleichgewicht durch den Stoß aufgehoben worden, sich doch den Augenblick darauf von selber wieder herstellen, d. i. der gestoßene Körper müßte alsbald nach dem Stoße wieder ruhig sein.

Ich enthalte mich noch weit mehrerer Gründe, die ich wider den Begriff der Trägheitskraft in Bereitschaft habe, anzuführen. Ich würde ebensowohl die metaphysische Beweise beleuchten können, die man davon vor sich findet. Allein ich habe hier nicht ein Buch, sondern einen Bogen zu schreiben, in dessen kleinen Inbegriff sich die fruchtbare Materie muß beschränken lassen.

Von dem Gesetze der Continuität, insoferne es von dem Begriffe der Trägheitskraft unzertrennlich ist.

Was die Vertheidiger des gemeinen Begriffes von der Bewegung am meisten in Verlegenheit setzen muß, ist dieses, daß sie nicht umhin können, sich ein anderes willkürliches Gesetz wider ihren Willen aufdringen zu lassen, wenn sie die Bewegungsgesetze nach ihrem Lehrbegriffe erklären wollen. Diese hülfleistende Hypothese ist das Gesetze der Continuität, wovon vielleicht die wenigsten Mechaniker bemerket haben mögen, daß, so sehr sie auch selbigem entgegen sein wollen, sie es doch heimlich annehmen müssen, wenn sie den Stoß der Körper aus den angenommenen Begriffen der Bewegung erklären wollen. Ich verstehe aber hierunter nur das physische Gesetze der Continuität, welches sich niemals beweisen, aber wohl widerlegen läßt; denn was das im logischen Sinne*)

*) Ich will, ohne die Formel dieser Regel hie hinzusetzen, nur einige Beispiele davon anführen. Was da über-

anlangt, so ist es eine sehr schöne und richtige Regel zum Urtheilen; sie thut aber zu gegenwärtigem Vorwurfe nichts. Im physischen Verstande würde sie nach Leibnitz's Meinung also lauten: ein Körper theilt dem andern keine Kraft auf einmal mit, sondern so, daß er durch alle unendlich kleine Zwischengrade von der Ruhe an bis zur bestimmten Geschwindigkeit in ihn seine Kraft überträgt. Nun vernehme man, wie alle Diejenigen, die die Gesetze des Stoßes nach den angenommenen Begriffen der Bewegung erklären wollen, dieser Leibnitz'schen Regel sich durchaus bedienen müssen. Warum bringt ein völlig harter Körper in einen andern gleichartigen und gleichen nicht seine ganze Kraft durch den Stoß, warum nur immer die Hälfte, wie dieses aus der Statik bekannt ist? Man sagt, es geschehe, weil der stoßende Körper so lange den in seinem Wege liegenden drückt und treibet, bis beide gleiche Geschwindigkeit, nämlich, wenn beide Massen gleich sein, bis jeglicher die Hälfte von der Geschwindigkeit des stoßenden hat; denn alsdenn fliehet der gestoßene Körper alle fernere Handlung des stoßenden. Allein setzt man hiebei nicht voraus, daß alle Wirkung des anlaufenden in den ruhenden nach und nach vermittelst einer Folge von unendlich vielen kleinen Momenten der Drückung geschehe? Denn wirkte jener mit seiner ganzen Kraft auf einmal, so würde er seine ganze Bewegung diesem ertheilen und selbst in Ruhe bleiben, welches wider das Gesetz des Stoßes vollkommen harter Körper streitet. Der ruhende Körper liegt ja der ganzen Bewegung des stoßenden im Wege; wenn dieser also mit seiner ganzen Kraft auf einmal wirken kann, so wird er es gewiß thun, und was von

haupt gilt, wenn ein Körper auf einem andern bewegten anstößt, das gilt auch, wenn er einen ruhenden trifft; denn die Ruhe ist als eine unendlich kleine Bewegung anzusehen. Wenn ein Kräftenmaaß von der wirklichen Bewegung überhaupt gilt, so muß es auch vom bloßen Drucke gelten; denn der Druck kann als wirkliche Bewegung durch einen unendlich kleinen Raum angesehen werden. Ich behalte mir vor, diese logische Regel der Continuität ein andermal ausführlich zu erläutern und in ihr gehöriges Licht zu setzen.

der ganzen Kraft gilt, das gilt auch von der Hälfte, dem Viertheil etc. derselben; also wird er mit gar keiner endlichen Kraft auf einmal wirken, sondern nur durch alle unendlich kleine Momente nach und nach, welches das Gesetze der Continuität besagt.

Da wir hieraus sehen, daß man das Gesetz der Continuität durchaus annehmen müsse, wenn man sich nicht des gemeinen Begriffes von der Bewegung und Ruhe entladen will, so will ich nur kürzlich zeigen, warum dennoch die berühmtesten Naturkündiger dasselbe nicht einmal als eine Hypothese wollen gelten lassen; denn vor etwas Besseres kann man es nimmer ausgeben, weil man es nicht beweisen kann.

Wenn ich vorgebe, daß ein Körper in einen andern niemals mit einem Grade Kraft auf einmal wirken könne, ohne alle mögliche kleine Zwischengrade vorhero durchzugehen, so, sage ich, werde er in ihn gar nicht wirken können. Denn es mag noch so ein unendlich kleines Moment sein, womit er in einem Augenblicke wirkt, und welches sich in einem bestimmten Zeittheilchen zu einer gegebenen Geschwindigkeit häuft, so ist dieses Moment immer eine plötzliche Wirkung, die nach dem Gesetze der Continuität erstlich hätte durch alle unendliche Grade der gringere Momente durchgehen sollen und auch können; denn es läßt sich immer von einem gegebenen Moment ein anderes kleineres denken, aus dessen Summirung jenes erwachsen ist. Z. E. das Moment der Schwere ist gewiß unendlich kleiner als das Moment der Handlung bei dem Stoße der Körper, weil diese in einer ganz unmerklichen Zeit große Grade Geschwindigkeit zuwege bringen kann, welche die Schwere in weit längerer nur erzeugen könnte. Also ist selbst das Moment der Wirkung beim Stoße plötzlich und dem Gesetze der Continuität zuwider. Man darf auch nicht vorwenden, es gebe gar keine vollkommene harte Körper in der Natur. Denn es ist hier genug, sie nur zu gedenken und die Bewegungsgesetze derselben zu bestimmen, weil nur vermittelst derselben diejenige, nach welchen biegsame Körper einander stoßen, gefunden werden können. Und überdem hat doch ein jeglicher weicher Körper einen gewissen Grad des Zusammenhanges,

mit welchem er in Ansehung des ihm gleichen oder kleineren Moments in der Kraft des stoßenden als ein harter Körper kann angesehen werden; und wenn nur in Ansehung dieses eine plötzliche Wirkung möglich ist, so wird sie auch in Ansehung größerer Grade stattfinden können.

Schlüssel zur Erläuterung der Gesetze des Stoßes nach dem neuen Begriffe der Bewegung und Ruhe.

Was in dem Stoße zwischen beiden gegenseitig wirkenden Körpern vorgeht, ist nach unserem Lehrbegriffe aus dem Vorigen schon klar. Es besteht nämlich blos darin, daß Wirkung und Gegenwirkung beiderseitig gleich sein, und daß beide Körper nach dem Stoße beziehungsweise auf einander ruhen, wenn sie einander nämlich geradezu getroffen haben und man von aller Federkraft abstrahiret. Allein unter der Benennung von Bewegungsgesetzen versteht man nicht blos die Regeln der Beziehung, die die stoßenden Körper einer in Ansehung des andern bekommen, sondern vornehmlich auch die Veränderung ihres äußeren Zustandes in Absicht auf den Raum, darin sie sich befinden. Dieses ist, eigentlich zu reden, nur das äußere Phänomenon dessen, was unmittelbar zwischen ihnen vorgegangen ist; und dieses verlangt man zu wissen.

Zu dem Ende nehme man erstlich zwei Körper *A* und *B*, den ersteren von 3 ℔ Masse, den zweiten von 2 ℔, und diesen letztern in Ansehung des Raums, darin er sich befindet, als ruhend, den erstern aber in Absicht auf diesen Raum als bewegt mit einer Geschwindigkeit von 5 Graden an in einem geraden Anlaufe auf den Körper *B*. Weil man nun dem Körper *B* nach unsern Sätzen beziehungsweise auf *A* eine Geschwindigkeit von 3 Graden, dem *A* aber gegen *B* von 2 Graden beilegen muß, so werden durch den Stoß diese zwei gleiche Kräfte einander aufheben, und beide werden gegen einander respective ruhen. Weil aber *B*, welches beziehungsweise auf die anderen Gegenstände ruhete, diesem zufolge eine respective Bewegung von 2 Graden auf *A* hat, so wird eben diese

auch dem umgebenden Raume parallel und in gleicher Geschwindigkeit mit dem Körper *B* müssen zuerkannt werden. Nun hebt der Stoß von *A* diese Bewegung von 2 Graden in *B* auf, nicht aber in dem umgebenden Raume, als in welchem nicht gewirkt wird; also wird dieser fortfahren, sich nach der vorigen Richtung des Körpers *B* zu bewegen, oder welches einerlei ist, der Körper *B* wird in entgegengesetzter Richtung, nämlich in der Richtung des stoßenden *A*, mit 2 Graden Geschwindigkeit, in Ansehung des umgebenden Raumes, nach dem Stoße fortrücken, mithin auch der Körper *A* in derselben Richtung und mit derselben Geschwindigkeit, weil er in Ansehung *B* ruhet. Also werden beide Körper nach dem Stoße mit 2 Graden Geschwindigkeit fortlaufen. Man siehet hieraus, daß eine in einem Körper aufgehobene Geschwindigkeit, welche nur respective auf den anlaufenden Körper in dem gestoßenen gesetzt worden, und die er nicht in Ansehung des Raumes hatte, in ihm eigentlich einen gleichen Grad der Bewegung in Absicht auf den Raum in der Richtung des Stoßes hervorbringt.

Wenn zwei Körper *A* und *B* von den Massen, wie vorher, *A* aber mit drei Graden und *B* mit 2 in entgegengesetzter Richtung gegen einander anlaufen, so müssen, wenn man nur das gegenseitige Verhältniß der Bewegung dieser Körper gegen einander betrachtet, die Geschwindigkeiten 3 und 2 summirt werden, und nach dem Obigen diese Summe unter sie in umgekehrter Verhältniß der Massen vertheilt werden, so daß *A* 2 Grade Geschwindigkeit, *B* aber 3 bekommt, womit sie sich folglich durch die Gleichheit der entgegengesetzten Kräfte in respective Ruhe gegen einander versetzten. Weil nun durch die respective Bewegung der beiden Körper gegen einander in *B* eine Geschwindigkeit 3 gesetzt wurde, die *B* beziehungsweise auf den äußern Raum nicht gänzlich, sondern nur davon 2 Grade hat, so wird nach dem kurz zuvor Angemerkten die Aufhebung einer Geschwindigkeit, die in dem Körper nicht in Ansehung des Raumes anzutreffen war, eine Bewegung in entgegengesetzter Richtung in Ansehung ebendesselben Raumes festsetzen, d. i. *B* wird mit einem Grade Ge-

schwindigkeit, und *A* gleichfalls mit diesem Grade, weil er respective auf *B* ruhet, in der Richtung, darin *A* den Stoß that, fortbewegt werden.

Es wäre leicht, die Gesetze der Bewegung bei dem Stoße der Körper, die mit ungleicher Geschwindigkeit nach einerlei Richtung fortlaufen, imgleichen die Regeln des Stoßes elastischer Körper aus den zum Grunde gelegten Begriffen herzuleiten. Es wäre auch noch nöthig, das Vorgetragene durch mehrere Erläuterungen in ein größer Licht zu setzen. Dieses Alles könnte geschehen, wenn in einer so reichen Materie, und bei so engen Grenzen des Raumes es möglich wäre, vollständig in dem Inhalte und doch auch wortreich im Ausdrucke zu sein.

Der Entwurf von meinen Vorlesungen in dem gegenwärtigen halben Jahre ist folgender. Ich werde die Vernunftlehre über den Auszug des Meiers vortragen. Die Metaphysik gedenke ich jetzo nach dem Handbuche des Baumeisters zu erklären. In einer Mittwochs- und Sonnabendsstunde werde ich die in den vorigen Tagen abgehandelten Sätze polemisch betrachten, welches meiner Meinung nach eines der vorzüglichsten Mittel ist, zu gründlichen Einsichten zu gelangen. Die Mathematik wird über Wolffens Auszug angefangen werden. Wenn einige Herren zu einem Collegio der Naturwissenschaft über Eberhard's Handbuch Belieben haben, so werde ich ihrem Verlangen ein Gnüge zu leisten suchen. Ich habe in dem verwichenen halben Jahre die physische Geographie nach meinen eigenen Aufsätzen vorgelesen, und gedenke diese nützliche und angenehme Wissenschaft aufs Neue mit verschiedenen Erweiterungen vorzutragen.

XIV.

Recension

der Schrift von Moscati

von dem

körperlichen wesentlichen Unterschiede

zwischen

der Structur der Thiere und Menschen.

1771.

Von dem körperlichen wesentlichen Unterschiede zwischen der Structur der Thiere und Menschen. Eine akademische Rede, gehalten auf dem anatomischen Theater zu Pavia von Dr. Peter Moscati, Prof. der Anat. Aus dem Italienischen übersetzt von Johann Beckmann, Prof. in Göttingen. (Göttingen, 1771.)

Da haben wir wiederum den natürlichen Menschen auf allen Vieren, worauf ihn ein scharfsinniger Zergliederer zurückbringt, da es dem einsehenden Rousseau hiemit als Philosophen nicht hat gelingen wollen. Der Dr. Moscati beweiset, daß der aufrechte Gang des Menschen gezwungen und widernatürlich sei; daß er zwar so gebauet sei, um in dieser Stellung sich erhalten und bewegen zu können, daß aber, wenn er sich solches zur Nothwendigkeit und beständigen Gewohnheit macht, ihm Ungemächlichkeiten und Krankheiten daraus entspringen, die genugsam beweisen, er sei durch Vernunft und Nachahmung verleitet worden, von der ersten thierischen Einrichtung abzuweichen. Der Mensch ist in seinem Inwendigen nicht anders gebauet als alle Thiere, die auf vier Füßen stehen. Wenn er sich nun aufrichtet, so bekommen seine Eingeweide, vornehmlich die Leibesfrucht der schwangeren Personen, eine herabhängende Lage und eine halbumgekehrte Stellung, die, wenn sie mit der liegenden oder auf Vieren gestellten oft abwechselt, nicht eben sonderlich üble Folgen erzeugen kann, aber dadurch, daß sie beständig fortgesetzt wird, Mißgestaltungen und eine Menge Krankheiten verursacht. So verlängert z. E. das Herz, da es genöthigt wird, zu hängen, die Blutgefäße, an die es geknüpft ist, nimmt eine schiefe Lage an, indem

es sich auf das Zwerchfell stützt und mit seiner Spitze gegen die linke Seite glitschet, eine Lage, darin der Mensch, und zwar der erwachsene, sich von allen andern Thieren unterscheidet, und dadurch er zu Aneurismen, Herzklopfen, Engbrüstigkeit, Brustwassersucht u. s. w. einen unvermeidlichen Hang bekömmt. Bei dieser geraden Stellung des Menschen sinkt das Gekröse (mesenterium), von der Last der Eingeweide gezogen, senkrecht herunter, wird verlängert und geschwächt und zu einer Menge Brüche vorbereitet. In der Pfortader, die keine Klappen hat, wird sich das Blut dadurch, daß es in ihr wider die Richtung der Schwere steigen muß, langsamer und schwerer bewegen, als bei der wagrechten Lage des Rumpfes geschehen würde; woraus Hypochondrie, Hämorrhoiden u. s. w. entspringen; zu geschweigen, daß die Schwierigkeit, welche der Umlauf des Bluts, das durch die Blutadern der Beine bis zum Herzen gerade in die Höhe steigen muß, erleidet, Geschwülste, Aderkröpfe u. s. w. u. s. w. nicht selten nach sich zieht. Vornehmlich ist der Nachtheil aus dieser senkrechten Stellung bei Schwangeren sowohl in Ansehung der Frucht als auch der Mutter sehr sichtbar. Das Kind, das hiedurch auf den Kopf gestellt wird, empfängt das Blut in sehr ungleichem Verhältnisse, indem solches in weit größerer Menge nach den oberen Theilen, in den Kopf und die Arme getrieben wird, wodurch beide in ganz andere Verhältnisse ausgedehnt werden und wachsen, als bei allen übrigen Thieren. Aus dem ersten Zuflusse entspringen erbliche Neigungen zum Schwindel, zum Schlage, zu Kopfschmerzen und Wahnwitz; aus dem Zudrange des Bluts zu den Armen und Ableitung von den Beinen die merkwürdige und sonst bei keinem Thiere wahrgenommene Disproportion, daß die Arme der Frucht, über ihr geziemendes Verhältniß, länger und die Beine kürzer werden, welches sich zwar nach der Geburt durch die beständig senkrechte Stellung wiederum verbessert, aber doch beweiset, daß der Frucht vorher Gewalt geschehen sein müsse. Die Schaden der zweifüßigen Mutter sind Hervorschießung der Gebärmutter, unzeitige Geburten u. s. w., welche mit einer Iliade von andern Übeln aus ihrer auf-

rechten Stellung entspringen, und wovon die vierfüßigen Geschöpfe frei sind. Man könnte diese Beweisgründe, daß unsere thierische Natur eigentlich vierfüßig sei, noch durch andere vermehren. Unter allen vierfüßigen Thieren ist nicht ein einziges, welches nicht schwimmen könnte, wenn es durch Zufälle ins Wasser geräth. Der Mensch allein ersäuft, wo er das Schwimmen nicht besonders gelernt hat. Die Ursache ist, weil er die Gewohnheit abgelegt hat, auf Vieren zu gehen; denn diese Bewegung ist es, durch die er sich auf dem Wasser ohne alle Kunst erhalten würde, und wodurch alle vierfüßigen Geschöpfe schwimmen, die sonst das Wasser verabscheuen. So paradox auch dieser Satz unsers italienischen Doctors scheinen mag, so erhält er doch in den Händen eines so scharfsinnigen und philosophischen Zergliederers beinahe eine völlige Gewißheit. Man siehet daraus: die erste Vorsorge der Natur sei gewesen, daß der Mensch, als ein Thier, vor sich und seine Art erhalten werde, und hierzu war diejenige Stellung, welche seinem inwendigen Bau, der Lage der Frucht und der Erhaltung in Gefahren am gemäßesten ist, die vierfüßige; daß in ihm aber auch ein Keim von Vernunft gelegt sei, wodurch er, wenn sich solcher entwickelt, für die Gesellschaft bestimmt ist, und vermittelst deren er für beständig die hiezu geschickteste Stellung, nämlich die zweifüßige, annimmt, wodurch er auf einer Seite unendlich viel über die Thiere gewinnt, aber auch mit Ungemächlichkeiten vorlieb nehmen muß, die ihm daraus entspringen, daß er sein Haupt über seine alten Kameraden so stolz erhoben hat.

XV.

Ueber die

Vulcane im Monde.

1785.

Im Gentleman's Magazine, 1783, befindet sich gleich zu Anfang ein Sendschreiben des russischen Staatsraths Herrn Aepinus an Herrn Pallas über eine Nachricht, die Herr Magellan der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg mitgetheilt hat, betreffend einen vom Herrn Herschel am 4. Mai 1783 entdeckten Vulcan im Monde. Diese Neuigkeit interessierte Herrn Aepinus, wie er sagt, um desto mehr, weil sie seiner Meinung nach die Richtigkeit seiner Muthmaßung über den vulcanischen Ursprung der Unebenheiten der Mondsfläche beweise, die er im Jahre 1778 gefaßt und 1781 in Berlin durch den Druck bekannt gemacht hat*); und worin sich, wie er mit Vergnügen gesteht, drei Naturforscher einander ohne Mittheilung begegnet haben: er selbst, Herr Aepinus in Petersburg, Herr Professor Beccaria zu Turin und Herr Prof. Lichtenberg in Göttingen. Indessen da durch den Ritter Hamilton die Aufmerksamkeit auf vulkanische Kratere in allen Ländern so allgemein gerichtet worden, so sei jene Muthmaßung mit einer überständig reifen Frucht zu vergleichen, die in die Hände des Ersten Besten fallen müssen, der zufällig den Baum anrührete. Um endlich, durch Ansprüche auf die Ehre der ersten Vermuthung, unter Zeitgenossen keinen Zwist zu erregen, führt er den berühmten Robert Hooke als den ersten Urheber derselben an, in dessen Mikrographie (gedruckt 1655) im 20. Kapitel er gerade die nämlichen Ideen angetroffen habe. Sic redit ad dominum —

Herrn Herschel's Entdeckung hat, als Bestätigung der zweideutigen Beobachtungen des Neffen des

*) Von der Ungleichheit des Monds; im 2. Bande der Abhandlung der Gesellschaft naturforschender Freunde.

Herrn Beccaria und des Don Ulloa, allerdings einen großen Werth, und führt auf Ähnlichkeiten des Mondes (wahrscheinlich auch anderer Weltkörper) mit unserer Erde, die sonst nur für gewagte Muthmaßungen hätten gelten können. Allein die Muthmaßung des Herrn Aepinus bestätigt sie (wie ich dafür halte) nicht. Es bleibt, ungeachtet aller Ähnlichkeit der ringförmigen Mondsflecken mit Krateren von Vulcanen, dennoch ein so erheblicher Unterschied zwischen beiden, und dagegen zeigt sich eine so treffende Ähnlichkeit derselben mit anderen kreisförmigen Zügen unvulcanischer Gebirge oder Landesrücken auf unserer Erde, daß eher eine andere, obzwar nur gewissermaßen mit jener analogische Muthmaßung über die Bildung der Weltkörper dadurch bestätigt sein möchte.

Die den Krateren ähnlichen ringförmigen Erhöhungen im Monde machen allerdings einen Ursprung durch Eruptionen wahrscheinlich. Wir finden aber auf unserer Erde zweierlei kreisförmige Erhöhungen, deren die einen durchgängig nur von so kleinem Umfange sind, daß sie, vom Monde aus beobachtet, durch gar kein Teleskop könnten unterschieden werden; und von diesen zeigen die Materien, woraus sie bestehen, ihren Ursprung aus vulcanischen Eruptionen. Andere dagegen befassen ganze Länder oder Provinzen von vielen hundert Quadratmeilen Inhalt, innerhalb eines mit höheren oder minder hohen Gebirgen besetzten und sich kreisförmig herumziehenden Landrückens. Diese würden allein vom Monde aus, und zwar von derselben Größe, als wir jene kreisförmigen Flecken im Monde erblicken, gesehen werden können, wofern nur Ähnlichkeit ihrer Bekleidung (durch Wald oder andere Gewächse) die Unterscheidung derselben in so großer Ferne nicht etwa verhinderte. Diese lassen also auch Eruptionen vermuthen, durch die sie entstanden sein mögen, die aber nach dem Zeugniß der Materien, woraus sie bestehen, keineswegs vulcanische haben sein können. — Der Krater des Vesuvs hat in seinem obersten Umkreise (nach Della Torre) 5642 Pariser Fuß, und also etwa 500 Rheinländische Ruthen, und im Durchmesser beinahe 160 derselben; ein solcher aber könnte gewiß durch kein Teleskop

im Monde erkannt werden. *) Dagegen hat der kraterähnliche Flecken Tycho im Monde nah an dreißig deutsche Meilen im Durchmesser, und könnte mit dem Königreich Böhmen, der ihm nahe Flecken Klavius aber an Größe mit dem Markgrafthum Mähren verglichen werden. Nun sind diese Länder auf der Erde eben auch kraterähnlich von Gebirgen eingefaßt, von welchen ebenso, als von dem Tycho, sich Bergketten gleichsam im Sterne verbreiten. Wenn aber unsere durch Landrücken eingeschlossenen kraterförmigen Bassins (die insgesammt Sammlungsplätze der Gewässer für die Ströme abgeben, und womit das feste Land überall bedeckt ist) dem Monde den ähnlichen Anblick doch nicht verschaffen sollten, — wie es in der That auch nur von einigen zu vermuthen ist, würde dieses nur dem zufälligen Umstande zuzuschreiben sein, daß die Mondatmosphäre (deren Wirklichkeit durch die Herschel'sche Entdeckung, weil Feuer daselbst brennt, bewiesen ist) bei Weitem nicht so hoch reichen kann als die unsrige (wie die unmerkliche Strahlenbrechung am Rande dieses Trabanten es beweiset), mithin die Bergrücken des Mondes über die Grenze der Vegetation hinausreichen; bei uns hingegen die Bergrücken ihrem größten Theile nach mit Gewächsen bedeckt sind und daher gegen die Fläche des eingeschlossenen Bassins freilich nicht sonderlich abstechen können.

Wir haben also auf der Erde zweierlei kraterähnliche Bildungen der Landesfläche: eine, die vulcanischen Ursprungs sind, und die 160 Ruthen im

*) Aber seine feurige Eruption selbst könnte in der Mondsnacht gleichwohl gesehen werden. In dem oben angeführten Briefe wird zu der Beobachtung des Neffen des Herrn Beccaria und des Don Ulloa die Anmerkung gemacht, daß beide Vulcane von entsetzlichem Umfange gewesen sein müßten, weil Herr Herschel den seinigen durch ein ohne Vergleich größeres Teleskop nur so eben und zwar unter allen Mitzuschauern nur allein hat bemerken können. Allein bei selbstleuchtenden Materien kömmt es nicht so sehr auf den Umfang als die Reinigkeit des Feuers an, um deutlich gesehen zu werden; und von den Vulcanen ist es bekannt, daß ihre Flammen bisweilen helles, bisweilen im Rauche gedämpftes Licht um sich verbreiten. —

Durchmesser, mithin etwa 20000 Quadratruthen in der Fläche befassen; andere, die keinesweges vulcanischen Ursprungs sind und gegen 1000 Quadratmeilen, mithin wohl 200000 mal mehr in ihrem Flächeninhalte haben. Mit welcher wollen wir nun jene ringförmigen Erhöhungen auf dem Monde (deren keine beobachtete weniger als eine deutsche Meile, einige wohl dreißig im Durchmesser haben) vergleichen? — Ich denke: nach der Analogie zu urtheilen, nur mit den letztern, welche nicht vulcanisch sind. Denn die Gestalt macht es nicht allein aus; der ungeheure Unterschied der Größe muß auch in Anschlag gebracht werden. Alsdenn aber hat Herrn Herschel's Beobachtung zwar die Idee von Vulcanen im Monde bestätigt, aber nur von solchen, deren Krater weder von ihm, noch von Jemand anders gesehen worden ist, noch gesehen werden kann; hingegen hat sie nicht die Meinung bestätigt, daß die sichtbaren ringförmigen Configurationen auf der Mondesfläche vulcanische Kraters wären. Denn das sind sie (wenn man hier nach der Analogie mit ähnlichen großen Bassins auf der Erde urtheilen soll) aller Wahrscheinlichkeit nach nicht. Man müßte also nur sagen: da der Mond, in Ansehung der kraterähnlichen Bassins, mit denen, die auf der Erde die Sammlungsbecken der Gewässer für Ströme ausmachen, aber nicht vulcanisch sind, so viel Ähnlichkeit hat, so könne man vermuthen, daß er auch in Ansehung der auf der Erde befindlichen vulcanischen Kraters ähnlich gebildet sei. Zwar können wir diese letztern im Monde nicht sehen; aber es sind doch in der Mondsnacht selbstleuchtende Punkte, als Beweise eines Feuers auf demselben, wahrgenommen worden, die sich am besten aus dieser nach der Analogie zu vermuthenden Ursache erklären lassen. *)

*) Beccaria hielt die aus den ringförmigen Mondserhöhungen strahlenweise laufenden Rücken für Lavaströme; aber der ganz ungeheure Unterschied derselben von denen, die aus den Vulcanen unserer Erde fließen, in Ansehung ihrer Größe, widerlegt diese Meinung, und macht es wahrscheinlich, daß sie Bergketten sind, die, so wie die auf unserer Erde, aus einem Hauptstamm der Gebirge strahlenweise auslaufen.

Diese kleine Zweideutigkeit in der Folgerung obgedachter Männer nun bei Seite gesetzt, — welcher Ursache kann man denn die auf der Erdfläche so durchgängig anzutreffenden nichtvulcanischen Kraters, nämlich die Bassins zu Strömen, zuschreiben? Eruptionen müssen hier natürlicher Weise zum Grunde gelegt werden; aber vulkanisch konnten sie nicht sein, weil die Gebirge, welche den Rand derselben ausmachen, keine Materien solcher Art enthalten, sondern aus einer wässerigten Mischung entstanden zu sein scheinen. Ich denke, daß, wenn man sich die Erde ursprünglich als ein im Wasser aufgelösetes Chaos vorstellt, die ersten Eruptionen, die allerwärts, selbst aus der größten Tiefe, entspringen mußten, atmosphärisch (im eigentlichen Sinne des Worts) gewesen sein werden. Denn man kann sehr wohl annehmen, daß unser Luftmeer (Aërosphäre), das sich jetzt über die Erdfläche befindet, vorher mit den übrigen Materien der Erdmasse in einem Chaos vermischt gewesen; daß es, zusammt vielen andern elastischen Dünsten, aus der erhitzten Kugel gleichsam in großen Blasen ausgebrochen; in dieser Ebullition (davon kein Theil der Erdfläche frei war) die Materien, welche die ursprünglichen Gebirge ausmachen, kraterförmig ausgeworfen und dadurch die Grundlage zu allen Bassins der Ströme, womit, als den Maschen eines Netzes, das ganze feste Land durchwirkt ist, gelegt habe. Jene Ränder, da sie aus Materie, die im Wasser erweicht war, bestanden, mußten ihr Auflösungswasser allmählich fahren lassen, welches beim Ablaufen die Einschnitte ausspülte, wodurch sich jene Ränder, die jetzt gebirgig und sägeförmig sind, von den vulcanischen, die einen fortgehenden Rücken vorstellen, unterscheiden. Diese uranfänglichen Gebirge bestehen nun, nachdem andere Materien, die nicht so geschwinde krystallisirten oder verhärteten, z. B. Hornstein und ursprünglicher Kalk, davon geschieden worden, aus Granit; auf welchen, da die Ebullition an demselben Orte immer schwächer, mithin niedriger ward, sich die letztern, als ausgewaschene Materien, in stufenartiger Ordnung, nach ihrer minderen Schwere oder Auflösungsfähigkeit im

Wasser, niederließen. Also war die erste bildende Ursache der Unebenheiten der Oberfläche eine atmosphärische Ebullition, die ich aber lieber chaotisch nennen möchte, um den ersten Anfang derselben zu bezeichnen.

Auf diese, muß man sich vorstellen, hat eine pelagische Alluvion nach und nach Materien, die größtentheils Meergeschöpfe enthielten, geschichtet. Denn jene chaotische Kraters, wo deren eine Menge gleichsam gruppirt war, bildeten weit ausgebreitete Erhöhungen über andere Gegenden, woselbst die Ebullition nicht so heftig gewesen war. Aus jenen ward Land mit seinen Gebirgen, aus diesen Seegrund. Indem nun das überflüssige Krystallisationswasser aus jenen Bassins ihre Ränder durchwusch, und ein Bassin sein Wasser in das andere, alle aber zu dem niedrigen Theil der sich eben formenden Erdfläche (nämlich dem Meere) ablaufen ließ, so bildete es die Pässe für die künftigen Ströme, welche man noch mit Verwunderung zwischen steilen Felswänden, denen sie itzt nichts anhaben können, durchgehen und das Meer suchen sieht. Dieses wäre also die Gestalt des Skelets von der Erdoberfläche, sofern sie aus Granit besteht, der unter allen Flötzschichten fortgeht, welche die folgenden pelagischen Alluvionen auf jenen aufgesetzt haben. Aber eben darum mußte die Gestalt der Länder, selbst da, wo die neueren Schichten den in der Tiefe befindlichen alten Granit ganz bedecken, doch auch kraterförmig werden, weil ihr Grundlager so gebildet war. Daher kann man einer Karte (worauf keine Gebirge gezeichnet sind) die Landrücken ziehen, wenn man durch die Quellen der Ströme, die einem großen Flusse zufallen, eine fortgehende Linie zeichnet, die jederzeit einen Kreis als Bassin des Stromes einschließen wird.

Da das Becken des Meeres vermuthlich immer mehr vertieft wurde und alle aus obigen Bassins ablaufende Wasser nach sich zog, so wurden nun dadurch die Flußbetten und der ganze itzige Bau des Landes erzeugt, der die Vereinigung der Wasser aus so vielen Bassins in einen Kanal möglich macht. Denn es ist nichts natürlicher, als daß das Bette, worin ein Strom

itzt das Wasser von großen Ländern abführt, eben von demjenigen Wasser und dem Rückzuge desselben ausgespült worden, zu welchem es jetzt abfließt, nämlich vom Meere und dessen uralten Alluvionen. Unter einem allgemeinen Ocean, wie Buffon will, und durch Seeströme im Grunde desselben, läßt sich eine Wegwaschung nach einer solchen Regel gar nicht denken, weil unter dem Wasser kein Abfluß nach der Abschüssigkeit des Bodens, die doch hier das Wesentlichste ausmacht, möglich ist.*)

Die vulcanischen Eruptionen scheinen die spätesten gewesen zu sein, nämlich nachdem die Erde schon auf ihrer Oberfläche fest geworden war. Sie haben auch nicht das Land, mit seinem hydraulisch regelmäßigen Bauwerk, zum Ablauf der Ströme, sondern etwa nur einzelne Berge gebildet, die in Vergleichung mit dem Gebäude des ganzen festen Landes und seiner Gebirge nur eine Kleinigkeit sind.

Der Nutzen nun, den der Gedanke obgedachter berühmter Männer haben kann, und den die Herschel'sche Entdeckung, obzwar nur indirect, bestätigt, ist, in Ansehung der Kosmogonie von Erheblichkeit: daß nämlich die Weltkörper ziemlich auf ähnliche Art ihre erste Bildung empfangen haben. Sie waren insgesammt anfänglich in flüssigem Zustande; das beweiset ihre kugelrunde und, wo sie sich beobachten läßt, auch nach Maßgabe der Achsendrehung und der Schwere auf ihrer Oberfläche abgeplattete Gestalt. Ohne Wärme aber giebt's keine Flüssigkeit. Woher kam diese ursprüngliche Wärme? Sie mit Buffon von der Sonnengluth, wovon alle planetischen Kugeln nur abgestoßene Brocken wären, abzuleiten, ist nur ein Behelf auf kurze Zeit;

*) Der Lauf der Ströme scheint mir der eigentliche Schlüssel der Erdtheorie zu sein. Denn dazu wird erfordert: daß das Land erstlich durch Landrücken gleichsam in Teiche abgetheilt sei; zweitens, daß der Boden, auf welchem diese Teiche ihr Wasser einander mittheilen, um es endlich in einem Kanal abzuführen, von dem Wasser selbst gebauet und geformt worden, welches sich nach und nach von höheren Bassins bis zum niedrigsten zurückzog, nämlich zum Meere.

denn woher kam die Wärme der Sonne? Wenn man annimmt (welches auch aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich ist), daß der Urstoff aller Weltkörper in dem ganzen weiten Raume, worin sie sich itzt bewegen, anfangs dunstförmig verbreitet gewesen, und sich daraus nach Gesetzen, zuerst der chemischen hernach und vornehmlich der kosmologischen Attraction gebildet haben, so geben Crawford's Entdeckungen einen Wink, mit der Bildung der Weltkörper zugleich die Erzeugung so großer Grade der Hitze, als man selbst will, begreiflich zu machen. Denn wenn das Element der Wärme für sich im Weltraum allerwärts gleichförmig ausgebreitet ist, sich aber nur an verschiedene Materien in dem Maaße hängt, als sie es verschiedentlich anziehen; wenn, wie er beweiset, dunstförmig ausgebreitete Materien weit mehr Elementarwärme in sich fassen und auch zu einer dunstförmigen Verbreitung bedürfen, als sie halten können, sobald sie in den Zustand dichter Massen übergehen d. i. sich zu Weltkugeln vereinigen, so müssen diese Kugeln ein Übermaß von Wärmmaterie über das natürliche Gleichgewicht mit der Wärmmaterie im Raum, worin sie sich befinden, enthalten; d. i. ihre relative Wärme in Ansehung des Weltraums wird angewachsen sein. (So verliert vitriolsaure Luft, wenn sie das Eis berührt, auf einmal ihren dunstartigen Zustand, und dadurch vermehrt sich die Wärme in solchem Maaße, daß das Eis im Augenblick schmilzt.) Wie groß der Anwachs sein möge, darüber haben wir keine Eröffnung; doch scheint das Maaß der Verdünnung, der Grad der nachmaligen Verdichtung, und die Kürze der Zeit derselben hier in Anschlag zu kommen. Da die letztere nun auf den Grad der Anziehung, die den zerstreuten Stoff vereinigte, diese aber auf die Quantität der Materie des sich bildenden Weltkörpers ankömmt, so mußte die Größe der Erhitzung der letzteren auch proportionirlich sein. Auf diese Weise würden wir einsehen, warum der Centralkörper (als die größte Masse in jedem Weltsystem) auch die größte Hitze haben und allerwärts eine Sonne sein könne; imgleichen mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthen, daß die höheren

Planeten, weil sie theils meistens größer sind, theils aus verdünnterem Stoffe gebildet worden als die niedrigeren, mehr innere Wärme als diese haben können, welche sie auch (da sie von der Sonne beinahe nur Licht genug zum Sehen bekommen) zu bedürfen scheinen. Auch würde uns die gebirgigte Bildung der Oberflächen der Weltkörper, auf welche unsere Beobachtung reicht, der Erde, des Mondes und der Venus, aus atmosphärischen Eruptionen ihrer ursprünglich erhitzten chaotisch-flüssigen Masse, als ein ziemlich allgemeines Gesetz erscheinen. Endlich würden die vulcanischen Eruptionen aus der Erde, dem Monde und sogar der Sonne (deren Kraters Wilson in den Flecken derselben sah, indem er ihre Erscheinungen, wie Huygens die des Saturnringes, sinnreich unter einander verglich) ein allgemeines Prinzip der Ableitung und Erklärung bekommen.

Wollte man hier den Tadel, den ich oben in Buffon's Erklärungsart fand, auf mich zurückschieben, und fragen: Woher kam denn die erste Bewegung jener Atomen im Weltraume? so würde ich antworten, daß ich mich dadurch nicht anheischig gemacht habe, die erste aller Naturveränderungen anzugeben, welches in der That unmöglich ist. Dennoch aber halte ich es für unzulässig, bei einer Naturbeschaffenheit, z. B. der Hitze der Sonne, die mit Erscheinungen, deren Ursache wir nach sonst bekannten Gesetzen wenigstens muthmaßen können, Ähnlichkeit hat, stehen zu bleiben, und verzweifelter Weise die unmittelbare göttliche Anordnung zum Erklärungsgrunde herbeizurufen. Diese letzte muß zwar, wenn von Natur im Ganzen die Rede ist, unvermeidlich unsere Nachfrage beschließen; aber bei jeder Epoche der Natur, da keine derselben in einer Sinnenwelt als die schlechthin erste angegeben werden kann, sind wir darum von der Verbindlichkeit nicht befreit, unter den Weltursachen zu suchen, soweit es uns nur möglich ist, und ihre Kette nach uns bekannten Gesetzen, so lange sie an einander hängt, zu verfolgen.

XVI.

Etwas über
den Einfluss des Mondes
auf
die Witterung.

1794.

Herr Hofrath Lichtenberg in Göttingen sagt, in seiner aufgeweckten und gedankenreichen Manier, irgendwo in seinen Schriften: „Der Mond sollte zwar nicht auf die Witterung Einfluß haben; er hat aber doch darauf Einfluß.“

A der Satz: „er sollte ihn nicht haben.“ Denn wir kennen nur zwei Vermögen, wodurch er in so großer Entfernung auf unsere Erde Einfluß haben kann: sein Licht*), welches er, als ein von der Sonne erleuch-

*) Bei Gelegenheit der anzumerkenden Schwächen des Mondlichts, in Vergleichung sogar nur mit dem eigenen strahlenden Licht eines Fixsterns, den der Mond zu verdecken in Bereitschaft steht, sei es mir erlaubt, zu einer Beobachtung des, um die genauere Kenntniß der Gestalt der Weltkörper so verdienten Herrn O. A. Schröter in Lilienthal (Astronom. Abhandl. 1793, S. 193) eine muthmaßliche Erklärung hinzuzuthun. „Aldebaran (heißt es) verschwand nicht sofort durch Vorrückung des Mondes, und (indem Herr Schröter beides, Mondrand und Aldebaran, mit erwünschter Schärfe sah) war er reichlich 2 bis 3 Secunden lang vor dem Mondrande auf der Scheibe sichtbar; da er dann, ohne daß man einige Lichtabnahme noch einen veränderten Durchmesser an ihm bemerkte, so plötzlich verschwand, daß über dem Verschwinden selbst bei weitem keine ganze, sondern etwa nur eine halbe Secunde Zeit, wenigstens gewiß nicht viel darüber, verstrich.“ Diese Erscheinung ist meiner Meinung nach nicht einer optischen Täuschung, sondern der Zeit zuzuschreiben, die das Licht bedarf, um von dem Stern in der Weite des Mondes bis zur Erde zu kommen, welche etwa $1^1/_5$ Secunden beträgt, innerhalb welcher der Aldebaran schon durch den Mond verdeckt war. Ob nun über dem Besinnen: daß der Stern schon innerhalb der Mondsfläche (nicht blos in Berührung mit ihr) gesehen werde, imgleichen über die Wahrnehmung und dem Bewußtsein, daß er nun verschwunden sei, nicht

teter Körper, reflectirt, und seine Anziehungskraft, die, als Ursache der Schwere, ihm mit aller Materie gemein ist. Von beiden können wir sowohl die Gesetze, als auch durch ihre Wirkungen die Grade ihrer Wirksamkeit hinreichend angeben, um die Veränderungen, die sie zur Folge haben, aus jenen als

---

über die übrigen $^4/_5$ einer Secunde (die eigentlich nicht zur Beobachtung gehören) vergangen sein mögen, die wahre also und die vermeinte, obzwar unvermeidliche Schein-Beobachtung zusammen nicht etwa die 2 Secunden (als so viel Herr Schröter allenfalls einräumt) austragen, muß dem eigenen Urtheil dieses scharfsichtigen und geübten Beobachters überlassen werden.

Nach anderweitigen bewundernswürdigen Entdeckungen ebendesselben, die Structur der Mondfläche betreffend, scheint die uns zugekehrte Hälfte des Mondes ein einer ausgebrannten vulcanischen Schlacke ähnlicher und unbewohnbarer Körper zu sein. Wenn man aber annimmt, daß die Eruptionen der elastischen Materien aus dem Innern desselben, so lange er noch im Zustande der Flüssigkeit war, sich mehr nach der der Erde zugekehrten, als von ihr abgekehrten Seite gewandt haben (welches, da der Unterschied der Anziehung der ersteren von der des Mittelpunkts des Mondes größer ist, als der zwischen der Anziehung des Mittelpunkts und der abgekehrten Seite, und elastische in einem Flüssigen aufsteigende Materien desto mehr sich ausdehnen, je weniger sie gedrückt werden, beim Erstarren dieses Weltkörpers auch größere Höhlungen im Inwendigen desselben auf der ersteren als der letzteren Hälfte hat zurücklassen müssen), so wird man sich gar wohl denken können, daß der Mittelpunkt der Schwere mit dem der Größe dieses Körpers nicht zusammentreffen, sondern zu der abgekehrten Seite hin liegen werde, welches dann zur Folge haben würde, daß Wasser und Luft, die sich etwa auf diesem Erdtrabanten befinden möchten, die erstere Seite verlassen, und, indem sie auf die zweite abflossen, diese dadurch allein bewohnbar gemacht hätten. — Ob übrigens die Eigenschaft desselben, sich in derselben Zeit um seine Achse zu drehen, in welcher er seinen Kreislauf macht, aus der nämlichen Ursache (nämlich dem Unterschied der Anziehung beider Hälften bei einem Monde, der um seinen Planeten läuft, wegen seiner viel größeren Nahheit zum letzteren, als der des Planeten zur Sonne) allen Monden als eigen angenommen werden dürfe, muß Denen, die in der Attractionstheorie bewanderter sind, zu entscheiden überlassen werden.

Ursachen zu erklären; neue verborgene Kräfte aber zum Behuf gewisser Erscheinungen auszudenken, die mit den schon bekannten nicht in genugsam durch Erfahrung beglaubigter Verbindung stehen, ist ein Wagstück, das eine gesunde Naturwissenschaft nicht leichtlich einräumt. So wird sie z. B. sich der angeblichen Beobachtung, daß in den Mondschein gelegte Fische eher, als die im Schatten desselben liegenden, faulen, sehr weigern, da jenes Licht, selbst durch die größten Brenngläser oder Brennspiegel zusammengedrängt, doch auf das allerempfindlichste Thermometer nicht die mindeste merkliche Wirkung thut; — für die Beobachtung aber des, durch den Mondeseinfluß sehr beschleunigten Todes der Fieberkranken in Bengalen, zur Zeit einer Sonnenfinsterniß, doch eine Achtung haben; weil die Anziehung des Mondes (die sich zu dieser Zeit mit der der Sonne vereinigt) ihr Vermögen, auf die Körper der Erde sehr merklich zu wirken, durch andere Erfahrungen unzweideutig darthut.

Wenn es also darauf ankömmt, a priori zu entscheiden, ob der Mond auf Witterungen Einfluß habe oder nicht, so kann von dem Licht, welches er auf die Erde wirft, nicht die Rede sein; und es bleibt folglich nur seine Anziehungskraft (nach allgemeinen Gravitationsgesetzen) übrig, woraus diese Wirkung auf die Atmosphäre erklärlich sein müßte. Nun kann keine unmittelbare Wirkung durch diese Kraft nur in der Vermehrung oder Verminderung der Schwere der Luft bestehen; diese aber, wenn sie merklich sein soll, muß sich am Barometer beobachten lassen. Also würde obiger Ausspruch (A) so lauten: die mit den Mondsstellungen regelmäßig zusammenstimmenden Veränderungen des Barometerstandes lassen sich nicht aus der Attraction dieses Erdtrabanten begreiflich machen. Denn

1. läßt sich a priori darthun, daß die Mondesanziehung, sofern dadurch die Schwere unserer Luft vermehrt oder vermindert werden mag, viel zu klein sei, als daß diese Veränderung am Barometer bemerkt werden könnte (Lulof's Einleitung zur mathemat. und physik. Kenntniß der Erdkugel, § 312); man

mag sich nun die Luft blos als flüssiges (nicht elastisches) Wesen denken, wo ihre Oberfläche, bei der durch des Mondes Anziehung veränderten Richtung der Schwere derselben, völlig Wasserpaß halten; oder zugleich, wie sie es wirklich ist, als elastische Flüssigkeit, wo noch die Frage ist, ob ihre gleichdichte Schichten in verschiedenen Höhen auch da noch im Gleichgewicht bleiben würden, welches Letztere zu erörteren aber hier nicht der Ort ist.

2. beweiset die Erfahrung diese Unzulänglichkeit der Mondesanziehung zur merklichen Veränderung der Luftschwere. Denn sie müßte sich, wie Ebbe und Fluth, in 24 Stunden zweimal am Barometer zeigen; wovon aber nicht die mindeste Spur wahrgenommen wird. *)

---

*) Man muß sich nur richtige Begriffe von der Wirkung der Anziehungen des Mondes und der Sonne machen, sofern sie unmittelbaren Einfluß auf den Barometerstand haben mögen. Wenn das Meer (und so auch die Atmosphäre) fluthet, und so die Säulen dieses Flüssigen höher werden; so stellen sich Manche vor, das Gewicht derselben (so wie der Druck der Luft aufs Barometer) müsse, nach der Theorie, größer (mithin der Barometerstand höher) werden; aber es ist gerade umgekehrt. Die Säulen steigen nur darum, weil sie durch äußere Anziehung leichter werden; da sie nun im offenen Meere niemals Zeit genug bekommen, die ganze Höhe zu erreichen, die sie vermöge jener Anziehungen annehmen würden, wenn Mond und Sonne in der Stellung ihres größten vereinigten Einflusses stehen blieben; so muß an dem Orte der größten Fluth der Druck des Meeres (und so auch der Druck der Luft aufs Barometer) kleiner, mithin auch der Barometerstand niedriger, zur Ebbezeit aber höher sein. — Sofern stimmen also die Regeln des Toaldo gar wohl mit der Theorie zusammen: daß nämlich das Barometer in den Syzygien im Fallen, in den Quadraturen aber im Steigen sei; wenn die letztere es nur begreiflich machen könnte, wie die Anziehungen jener Himmelskörper überhaupt auf den Barometerstand merklichen Einfluß haben können.

Was aber den außerordentlich hohen Stand der See in Meerengen und langen Busen, vornehmlich zur Zeit der Springfluth, betrifft, so kommt dieser bei unserer Aufgabe gar nicht in Anschlag; weil er nicht unmittelbar und hydrostatisch von der Anziehung, sondern nur mittelbar durch eine von jener Veränderung herrührende Strombewegung,

B der Gegensatz: „Der Mond hat gleichwohl einen (theils am Barometer bemerklichen, theils sonst sichtbaren) Einfluß auf die Witterung.“ — Die Witterung (temperies aëris) enthält zwei Stücke: Wind und Wetter. Das letztere ist entweder blos sichtbar: als heller, theils reiner, theils mit Wolken bestreueter, theils bezogener Himmel; oder auch fühlbar kalt oder warm, feucht oder trocken, im Einathmen erfrischend oder beklemmend. Denselben Wind begleitet nicht immer, doch oft, die nämliche Witterung; ob eine locale, die Luftmischung und mit ihr die Witterung abändernde Ursache einen gewissen Wind herbeiführe, ist nicht immer auszumachen; und mit demselben Barometerstande, wenn er auch mit der Mondsstellung nach einer gewissen Regel in Harmonie wäre, kann doch verschiedenes Wetter verbunden sein. — Indeß wenn der Windwechsel sich nach dem Mondwechsel sowohl für sich, als auch in Verbindung mit dem Wechsel der vier Jahreszeiten richtet, so hat der Mond doch (direct oder indirect) Einfluß auf die Witterung; wenn sich gleich nach ihm das Wetter nicht bestimmen läßt, mithin die ausgefundenen Regeln mehr dem Seemann als dem Landmann brauchbar sein sollten. — Es zeigen sich aber zu dieser Behauptung wenigstens vorläufig hinreichende Analogien, welche, wenn sie gleich nicht astronomisch-berechneten Kalender-Gesetzen gleichkommen, doch als Regeln, um auf jene bei künftigen meteorologischen Beobachtungen Rücksicht zu nehmen, Aufmerksamkeit verdienen. Nämlich:

1. zur Zeit des neuen Lichts bemerkt man fast allemal wenigstens Bestrebungen der Atmosphäre, die Richtung des Windes zu verändern, die dahin ausschlagen, daß er entweder, nach einigem Hin- und Herwanken, sich wieder in seine alte Stelle begiebt, oder (wenn er vornehmlich den Compaß in der Richtung der täglichen Sonnenbewegung ganz oder zum

---

also hydraulisch, bewirkt wird; und so mag es auch wohl mit den Winden beschaffen sein, wenn sie, durch jene Anziehung in Bewegung gesetzt, durch Vorgebirge, Seestraßen und ihnen allein offen bleibende Engen in einem Inselmeer zu streichen genöthigt werden.

Theil durchgelaufen hat) eine Stelle einnimmt, in welcher er den Monat hindurch herrschend bleibt.

2. Vierteljährig, zur Zeit der Solstitien und Äquinoctien und des auf sie zunächst folgenden Neulichts, wird diese Bestrebung noch deutlicher wahrgenommen; und welcher Wind nach demselben die ersten zwei bis drei Wochen die Oberhand hat, der pflegt auch das ganze Quartal hindurch der herrschende zu sein.

Auf diese Regeln scheinen auch die Wettervorhersagungen im Kalender seit einiger Zeit Rücksicht genommen zu haben. Denn wie der gemeine Mann selbst bemerkt haben will, sie treffen itzt doch besser ein, wie vor diesem; vermuthlich, weil die Verfasser desselben itzt auch den Toaldo hiebei zu Rathe ziehen mögen. So war es am Ende doch wohl gut, daß der Anschlag, Kalender ohne Aberglauben (ebenso wenig wie der rasche Entschluß eines Williams, öffentlichen Religionsvortrag ohne Bibel) in Gang zu bringen, keinen Erfolg hatte. Denn nun wird der Verfasser jenes Volksbuchs, um die Leichtgläubigkeit des Volks nicht bis zu dessen gänzlichem Unglauben und daraus folgendem Verlust seines zum häufigen Absatz nöthigen Credits zu mißbrauchen, genöthigt, den bisher aufgefundenen, obgleich noch nicht völlig gesicherten Regeln der Witterung nachzugehen, ihnen allmählich mehr Bestimmung zu verschaffen und sie der Gewißheit der Erfahrung wenigstens näher zu bringen; so daß das vorher aus Aberglauben blindlings Angenommene endlich wohl in einen nicht blos vernünftigen, sondern selbst über die Gründe vernünftelnden Glauben übergehen kann. — Daher mag den Zeichen: Gut Pflanzen, Gut Bauholz fällen, ihr Platz im Kalender noch immer bleiben; weil, ob dem Monde, wie auf das Reich der organisirten Natur überhaupt, so insbesondere aufs Pflanzenreich, nicht wirklich ein merklicher Einfluß zustehe, so ausgemacht noch nicht ist, und philosophische Garten- und Forstkundige dadurch aufgefordert werden, auch diesem Bedürfniß des Publicums womöglich Genüge zu thun. Nur die Zeichen, die den gemeinen Mann zur Pfuscherei an seiner Gesundheit verleiten können, müßten ohne Verschonen weggelassen werden.

Hier ist nun zwischen der Theorie, die dem Monde ein Vermögen abspricht, und der Erfahrung, die es ihm zuspricht, ein Widerstreit.

Ausgleichung dieses Widerstreites.

Die Anziehung des Mondes, also die einzige bewegende Kraft desselben, wodurch er auf die Atmosphäre und allenfalls auch auf Witterungen Einfluß haben kann, wirkt direct auf die Luft nach statischen Gesetzen, d. i. sofern diese eine wägbare Flüssigkeit ist. Aber hiedurch ist der Mond viel zu unvermögend, eine merkliche Veränderung am Barometerstande, und, sofern die Witterung von der Ursache desselben unmittelbar abhängt, auch an dieser zu bewirken, mithin sollte (nach A) er sofern keinen Einfluß auf die Witterung haben. — Wenn man aber eine weit über die Höhe der wägbaren Luft sich erstreckende (eben dadurch auch der Veränderung durch stärkere Mondesanziehung besser ausgesetzte), die Atmosphäre bedeckende, imponderable Materie (oder Materien) annimmt, die durch des Mondes Anziehung bewegt, und dadurch mit der untern Luft zu verschiednen Zeiten vermischt, oder von ihr getrennt, der Affinität mit der letztern wegen (also nicht durch ihr Gewicht) die Elasticität derselben theils zu verstärken, theils zu schwächen und so mittelbar (nämlich im ersteren Fall durch den bewirkten Abfluß der gehobenen Luftsäulen, im zweiten durch den Zufluß der Luft zu den erniedrigten) ihr Gewicht zu verändern vermag *);

*) Diese Erklärung geht zwar eigentlich nur auf die Korrespondenz der Witterung mit dem Barometerstande (also auf A); und es bleibt noch übrig, die der Winde mit den Mondaspecten und den Jahreszeiten (nach B), bei allerlei Wetter- und Barometerstande, aus demselben Princip zu erklären (wobei immer wohl zu merken ist, daß schlechterdings nur vom Einfluß des Mondes, und allenfalls auch dem viel kleineren der Sonne, aber nur durch ihre Anziehung, nicht durch die Wärme, die Rede sei). Da ist nun befremdlich, daß der Mond in den genannten astronomischen Punkten über verschiedene, doch in einerlei Breite belegene Länder Wind und Wetter auf verschiedene Art stellt und vorher-

so wird man es möglich finden, daß der Mond indirect auf Veränderung der Witterung (nach B), aber eigentlich nach chemischen Gesetzen Einfluß haben könne. — Zwischen dem Satz aber: Der Mond hat direct keinen Einfluß auf die Witterung, und dem Gegensatz: Er hat indirect einen Einfluß auf dieselbe, — ist kein Widerspruch.

Diese imponderable Materie wird vielleicht auch als incoercibel (unsperrbar) angenommen werden müssen; das ist, als eine solche, die von andern Materien nicht anders, als dadurch, daß sie mit ihnen in chemischer Verwandtschaft steht (dergleichen mit der magnetischen und dem alleinigen Eisen stattfindet), gesperrt werden kann, durch alle übrigen aber frei hindurchwirkt; wenn man die Gemeinschaft der Luft der höheren (jovialischen), über die Region der Blitze hinausliegenden Regionen mit der unterirdischen (vulcanischen) tief unter den Gebirgen befindlichen, die sich in manchen Meteoren nicht undeutlich offenbart, in Erwägung zieht. Vielleicht gehört auch dahin die Luftbeschaffenheit, welche einige Krankheiten, in gewissen Ländern, zu gewisser Zeit, epidemisch (eigentlich grassirend) macht, und die ihren Einfluß nicht blos auf ein Volk von Menschen, sondern auch ein Volk von gewissen Arten von Thieren

---

bestimmt. Weil aber verschiedene Tage, ja Wochen, zur Feststellung und Bestimmung des herrschenden Windes erfordert werden, in welcher Zeit die Wirkungen der Mondesanziehung auf das Gewicht der Luft, mithin aufs Barometer, einander aufheben müßten, und also keine bestimmte Richtung desselben hervorbringen können, so kann ich mir jene Erscheinung nicht anders auf einige Art begreiflich machen, als daß ich mir viele außer und neben einander, oder auch innerhalb einander (sich einschließende) kreis- oder wirbelförmige, durch des Mondes Anziehung bewirkte, den Wasserhosen analogische Bewegungen jener, über die Atmosphäre hinausreichenden imponderabeln Materie denke; welche, nach Verschiedenheit des Bodens (der Gebirge, der Gewässer, selbst der Vegetation auf demselben) und dessen chemischer Gegenwirkung, den Einfluß derselben auf die Atmosphäre in demselben Parallelzirkel verschieden machen können. Aber hier verläßt uns die Erfahrung zu sehr, um mit erträglicher Wahrscheinlichkeit auch nur zu meinen.

oder Gewächsen beweiset, deren Lebensprincip Herr Dr. Schäffer in Regensburg in seiner scharfsinnigen Schrift über die Sensibilität, nicht in ihnen, sondern in einer durchdringenden, jener analogischen äußeren Materie setzt.

Dieses „Etwas" ist also nur klein, und wohl wenig mehr, als das Geständniß der Unwissenheit; welches aber, seitdem uns ein De Luc bewiesen hat, daß wir, was eine Wolke, und wie sie möglich sei (eine Sache, die vor 20 Jahren kinderleicht war), gar nicht einsehen, nicht mehr sonderlich auffallen und befremden kann. Geht es uns doch hiemit ebenso, wie mit dem Katechismus, den wir in unserer Kindheit auf ein Haar inne hatten und zu verstehen glaubten, den wir aber, je älter und überlegender wir werden, desto weniger verstehen, und deshalb noch einmal in die Schule gewiesen zu werden wohl verdienten; wenn wir nur Jemanden (außer uns selbst) auffinden könnten, der ihn besser verstände.

Wenn aber Herr De Luc von seiner Wolke hofft: ihre fleißigere Beobachtung könne uns noch dereinst wichtige Aufschlüsse in der Chemie verschaffen, so ist daran wohl nicht zu denken, sondern dieses ward vermuthlich den Antiphlogistikern nur so in den Weg geworfen. Denn die Fabrik derselben liegt wohl in einer Region, wohin wir nicht gelangen können, um daselbst Experimente zu machen; und man kann vernünftiger Weise viel eher erwarten, daß die Chemie für die Meteorologie, als daß diese für jene neue Aufschlüsse schaffen werde.

Personenregister.

A.

Äpinus. Franz Ulrich Theodor, 1724—1802. Dr. med. Professor der Astronomie bei der Akademie der Wissenschaften in Berlin, darauf Professor der Physik und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg 419.

Anaxarchos, Anhänger Demokrits, Begleiter Alexanders des Großen 164.

Aristoteles, 384—322 v. Chr. 4—16.

B.

Baumeister, Friedrich Christian, 1709—1785. Magister der Philosophie, Rektor des Gymnasiums zu Görlitz 391. 409.

Baumgarten, Alexander, Gottlieb, 1714—1762. Professor der Philosophie in Frankfurt a. O. Schüler Wolffs, Begründer der wissenschaftlichen Ästhetik 379. 391.

Beccaria, Giacomo Battista, 1716—1781. Italienischer Physiker, Professor an der Universität zu Turin 419 ff.

Beckmann, Johann, 1739—1811. Professor der Philosophie und Ökonomie zu Göttingen, früher Lehrer der Physik und Naturgeschichte zu St. Petersburg 413.

Bernoulli, Johann I., 1667 bis 1748. Dr. med. Professor der Mathematik an der Universität zu Gröningen und Basel. Anhänger von Leibniz, ist an der Ausbildung der Differentialrechnung hervorragend beteiligt 5. 14. 63. 65. 66. 83. 107. 121. 152. 159 f. 164. 178.

Bernoulli, Daniel I., 1700—1782. Sohn des vorigen, Professor der Mathematik zu St. Petersburg, später Professor der Anatomie, Botanik, Physik und spekulativen Philosophie zu Basel 180.

Bina, Andrea, geb. 1724, gest.? Mönch von der Congregatione Casinere, Lehrer der Philosophie in den Klöstern zu Padua, Perugia, Mailand 339.

Boerhave, Herrmann, 1668 bis 1738. Professor der Medizin, Botanik und der Chemie an der Universität Leyden 244.

Bohlius, Johann Christoph 4.

Borowski, Ludwig Ernst 341.

Bougouer, Pierre, 1698—1758. Professor der Hydrographie und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris nahm an der 1735 zur Gradmessung

nach Peru ausgesandten Expedition teil 310. 314. 317. 333.
Boyle, Robert, 1627—1691. Hervorragender englischer Naturforscher und Chemiker, Mitglied und Präsident der Royal Society London, Mitentdecker des nach ihm benannten Boyle-Mariotteschen Gesetzes 320. 323.
Bradley, James, 1692—1762. Professor der Astronomie an der Universität zu Oxford und Nachfolger Halleys an der Sternwarte zu Greenwich, entdeckte die Aberration des Lichts 399.
Buffon, George Louis Leclerc, Graf de, 1707—1788. Hervorragender französischer Naturforscher und Reisender. Intendant d. Königlichen Gartens und Naturalienkabinetts zu Paris. Verfasser der Histoire naturelle générale et particulière, 36 Bde. 281. 300. 306 f. 315. 384. 388. 389. 425. 427.
Bülfinger (auch Bilfinger), Georg Bernhard, 1693—1750. Erst Schloßprediger, dann Professor der Philosophie und Mathematik zu Tübingen 5. 34. 91. 92 f. 95 f. 97. 116. 118.
Burnet, Thomas, 1635—1715. Rechtsgelehrter und Theologe, bekannt durch seine: Telluris theoria sacra. 389.

C.

Carré, Louis, 1663—1711. Kopist beim Philosophen Malebranche, später Privatlehrer der Mathematik und Philosophie in Paris und Mitglied der Akademie der Wissenschaften 285.
Cartesius, 1596—1650. 14. 35. 37. 40. 44. 45 f. 49. 53. 54. 59. 64. 66. 75. 90. 96. 99. 105 f. 109. 121. 133. 140. 142. 165. 176 f. 192. 201 f. 204. 208 ff. 254.
Cassini de Thury, César François, 1714—1784. Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris und Direktor der Sternwarte, hervorragender Astronom 274.
Catelan, Abt verteidigte gegen Leibniz das Cartesische Kraftmaß. Sein Aufsatz erschien in Bayle's Nouvelles de la republique des lettres Sept. 1686. Vgl. Gerhardt Leibniz, Phil. Schrift. III. 40 ff. 51 ff. 119.
Cavalerius (Cavalieri), Bonaventura, 1598—1647. Jesuit, Professor der Mathematik an der Universität zu Bologna, Schüler Galileis 142.
Chastelet, Gabriele Emilie Le Tonnelier de Breteuil, Marquise de Ch., Tochter des Barons de Breteuil und Gemahlin des General Leutenants Marquis de Chastelet-Laumont 1706 bis 1749. Sie übersetzte Newtons Principia ins Französische 49. 62. 63 77. 109. 147. 153. 154 ff. 157.
Crawford, Adair, 1749—1795. Arzt am St. Thomas-Hospital zu London und Professor der Chemie an der Militärakademie zu Woolwich 426.

D.

Dampier, William, geb. 1652, gest.? Kapitän in der britischen Kriegsflotte, vorher Flibustier. Voyage round the World, 3 Bde. 325.
Della Torre (franz. de la Tour), Giovanni Maria della. 1713 bis 1782. Priester und Lehrer

an den Kollegien seines Ordens zu Rom, Venedig, Neapel 420.
Digby, Sir Kenelm, 1603—1665. Kammerherr Karl I. von England, Generalintendant des Seewesens und Befehlshaber einer Flotte gegen die Venetianer. Verfasser chemischer und medizinischer Schriften 332.
De Luc, Deluc, Jean André, 1727—1817. Professor der Philosophie und Geologie an der Universität Göttingen 439.
Don Ulloa, Don Antonio de U., 1716—1795. Gouverneur von Louisiana und Generalleutenant einer Eskadre gegen die englische Handelsflotte 420 f.

E.

Eberhard, Johann Peter, 1727 bis 1779. Professor der Medizin, Mathematik und Physik zu Halle 378. 390. 409.

F.

Fontenelle, Bernard Le Rovier (Le Boyer) de, 1657—1757. Literat, Mitglied und Sekretär der Akademie der Wissenschaften und der Akademie Française zu Paris 229. 231.
Franklin, Benjamin, 1706 bis 1790.

G.

Gassendus, Petrus, eigentlich Pierre Gassendi, 1592—1655. Franz. Physiker, Mathematiker und Philosoph, Professor der Theologie, der Philosophie und Mathematik zu Aix und Paris 336.
Gautier, D'Agoty, Jaques, Maler und Kupferstecher, wurde im Anfang des 18. Jahrhunderts zu Marseille geboren und lebte zu Paris. Er starb 1785. Verfasser vieler naturwissenschaftlicher Abhandlungen und des zweibändigen Werkes „Nouveau système de l'univers" 1750 350.
Gentil, Le Gentil, französischer Seefahrer. Er gab 1725 ein dreibändiges Werk: „Nouveau voyage autour de Monde" heraus 281. 307. 316.
Gottsched, Johann Christoph, 1700—1766. Gelehrter und Schriftsteller, Professor der Logik und Metaphysik zu Leipzig. 140.
s'Gravesande (eigentlich Storm van s'Gravesande), Wilhelm Jacob, 1688—1742. Professor der Mathematik und Astronomie im Haag und Leyden 15. 209.
Groeben, De, Wilhelm Ludwig 342.

H.

Hales, Stephan, 1677—1761. Dr. theol., Pfarrer zu Teddington, Mitglied der Roy. Society. Verfasser chemischer und physiologischer Schriften 244. 273. 322.
Hamberger, Georg Erhard, 1697 bis 1755. Dr. med., Professor der Physik, Botanik, Anatomie und Chirurgie zu Jena 27. 69. 70.
Hamilton, Sir William, 1730 bis 1803. Britischer Gesandter in Neapel 419.
Hartsoecker, Nicolaus, 1656 bis 1725. Physiker und Professor in Heidelberg und Utrecht. Mitglied der Berliner und Pariser Akademie. Korrespondent von Leibniz 241.
Hermann, Jacob, 1678—1733. Schüler von Jacob Bernouilli.

Professor der Mathematik zu Padua, Frankfurt a. O. und Petersburg 5. 14. 47 f. 53. 57. 59 f. 108 f. 121. 164. 181.

Herodot, geb. um 500 v. Chr. 237.

Herschel, Friedrich Wilhelm, 1738—1822. Privatastronom des Königs Georg III. von England, Entdecker des Uranus 419. 421 f.

Hollmann, Samuel Christian, 1696—1787. Professor der Philosophie zu Göttingen und Wittenberg 339.

Hoocke, Robert, 1635—1706. Physiker und Optiker. Professor der Geometrie am Greshom College in London, Vorläufer Newtons in der Gravitationstheorie 419.

Horaz, 65—8 vor Chr. 126.

Huygens, Christian (Hugenius), 1629—1695. Berühmter Physiker, Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris, Korrespondent von Leibniz 56. 427.

J.

Jurin, James, 1684—1750. Dr. med. Arzt in London. Präsident der College of Physicians 63. 146 f. 155. 167. 187 f. 200. 367. 373.

K.

Keil, John, 1671—1721. Dr. med. und Professor der Physik und Astronomie zu Oxford 357. 360.

Kolbe (Kolb), Peter, 1675—1726. Dr. phil., Rektor an der Schule zu Neustadt 392.

Krüger, Johann Gottlob, 1715 bis 1759. Dr. med., Professor der Medizin und Philosophie an der Universität Halle und Helmstadt 339.

Krusemark, Ludwig Johann 341.

L.

Leibniz, Gottfried Wilhelm, 1646 bis 1716. 5. 9. 13. 14. 16. 23. 31. 34. 35. 36. 37. 39. 40. 44 f. 52 f. 62 f. 66 f. 70. 90. 99. 106. 111. 119. 121 f. 126 f. 129. 132 f. 140. 146. 152. 164. 176 f. 180 f. 193. 200 f. 210 f. 389. 405.

Leméry, Nicolas, 1624—1715. Privatlehrer der Chemie, Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris 338.

Lichtenberg, Georg Christoph, 1744—1799. Professor der Physik an der Universität Göttingen 419. 431.

Lichtscheid, Ferdinand Helfreich 1661—1707. Dr. theol., Prediger an der Peterskirche zu Berlin, Verfasser physikalischer Abhandlungen 50. 51. 52.

Linnäus (Linné), Karl von, 1707 bis 1778. Schwedischer Naturforscher. Professor der Medizin und Botanik in Upsala 388.

List, Georg Dietrich, Dr. der Medizin, gestorben 1789. 333

Luc, De, siehe De-Luc.

Lulofs, Johann, 1711—1771. Professor der Mathematik und Astronomie zu Leyden 306. 384. 433.

M.

Magellan (Magalhaens), John Hyacinth de, berühmter englischer Naturforscher, ehemals Augustinermönch in Lissabon. gestorben 1790. 419.

Mairan (Maran), Jean Jacques d'Ortons de, 1678—1771. Mitglied und Sekretär der Akademie der Wissenschaften zu

Paris 49. 62. 63. 77. 108 f. 116 f. 154 f. 157.
Manfred, Manfredi Eustachio, 1674—1739. Dr. jur., Professor der Mathematik und Mitglied der astronomischen Gesellschaft zu Bologna 240 f.
Maraldi (Maraldi), Giacomo Filippo, 1665—1729. Neffe Cassinis, vergl. diesen. Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris, Astronom 274.
Mariotte, Edme 1620(?)—1684. Prior von St. Martin sous Beaune bei Dijon. Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris. Entdecker des nach ihm benannten Gesetzes 199. 274. 369. 378.
Marsigli (Marsili), Luigi Ferdinando Comte de, 1658—1730. Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Paris und der Roy. Society London 301.
Meier, Georg Friedrich, 1718 bis 1777. Professor der Philosophie zu Halle 379. 390. 409.
Moscati, Dr. Pietro, Graf, 1739 bis 1824. Professor der Medizin zu Pavia 411. 413.
Mühlenkampf, Georg Ludwig 341.
Musschenbroek, Petrus (Pieter von), 1692—1761. Dr. phil. et med. Professor der Mathematik und Physik zu Duisburg, Utrecht und Leyden 15. 140. 143. 204 ff. 209. 318. 367. 391.

N.

Newton, Isaac, 1643—1727. 5. 67. 184. 195. 220 f. 225. 334. 355. 360. 403.

O.

Ovid, 43 v. Chr. bis 17 n. Chr. 144.

P.

Pallas, Peter Simon 1741—1811. Dr. med., Mitglied der Petersburger Akademie der Wissenschaften 419.
Papin, Denis, 1647—1714. Dr. med., Gehilfe von Huygens und Robert Boyle, dann Professor der Mathematik und Physik in Marburg 127. 129. 132. 135.
Peirescius, Nicolas Claude Fabri de, 1580—1637. Rat bei dem Parlament in Aix und gründlicher Kenner der Geschichte und der Altertümer, Freund und Beschützer der Gelehrten 336.
Poleni, Giovanni, 1683—1761. Marchese, Professor der Astronomie, Philosophie und Mathematik zu Padua 15. 209.
Profe, Gottfried, 1712—1770. Dr. theol., Professor der Mathematik und Philosophie am Gymnasium zu Halle 331.

R.

Ray (Raj, Rajus, Wray), John, 1628—1705. Fellow am Trinity College zu Cambrige und Lehrer des Griechischen und der Mathematik daselbst. Unternahm viele Reisen 307.
Remus 397.
Riccolus, Giovanni Battista, 1598 bis 1671. Jesuit. Lehrer der Philosophie, Theologie und Astronomie am Ordenskollegium zu Parma und Bologna 209.
Richter, Georg Friedrich, 1691 bis 1742. Professor der Mathematik, der Moral und der Politik zu Leipzig 148 f. 200.
Rousseau, Jean Jacques, 1712 bis 1778. 413.

S.

Schäffer, Johann Gottlieb, 1720 bis 1795. Dr. med., Arzt 439.

Scheuchzer, Johann Jacob, 1672 bis 1733. Dr. med., Professor der Mathematik und Physik am Gymnasium und Stadtarzt in Zürich 296.

Schröter, Johann Hieronymus, 1745—1816. Dr. jur.. Braunschweigisch - Lüneburgischer Oberamtmann zu Lilienthal bei Bremen, Astronom 431 f.

Steinwehr, Wolf Balthasar Adolph von. 1704—1771. Professor der Philosophie zu Göttingen und der Geschichte, des Natur- und Völkerrechts zu Frankfurt a. O. 245.

T.

Timoleon, 410—336 v. Chr. 6.

Toaldo, Giuseppe Abate, 1719 bis 1797. Professor der Astronomie und Meteorologie zu Padua 434. 436.

U.

Ulloa, Don, siehe Don Ulloa.

V.

Vallemont, Pierre le Lorrain, gewöhnlich Abbé de Vallemont, 1649—1721. Priester in Rouen, Paris und Versailles, Professor am Collège du Cardinal Le Moine in Paris, Verfasser einer Abhandlung über den Magneten und der „physique occulte ou Traité de la baquette divinatoire“ 332.

Varen (Varenius), Bernhard, geb.? gest. 1660. Dr. med., Arzt in Amsterdam, Verfasser der Geographia generalis, die von Newton emendiert wurde 306. 367. 384.

Virgil, 70—19 v. Chr. 121. 133.

Vogel, Lucas David 341.

W.

Wallerius, Nils, 1706—1764. Professor der Logik, Metaphysik und Theologie zu Upsala, Pfarrer zu Fundbe, Verfasser meteorologischer Schriften 239,

Wallis, John, 1616—1703. Professor der Geometrie in Oxford. Kaplan Karls II., berühmter Mathematiker 56.

Whiston, William, 1667—1752. Geistlicher, Professor der Mathematik in Cambrige an Newtons Stelle 331. 389.

Williams, Samuel, 1743—1817. Geistlicher, Professor der Mathematik und Philosophie in Cambridge, Massachusett 436.

Wilson, Alexander, 1714—1786. Dr. med., Professer der praktischen Astronomie zu Glasgow 427.

Woodward, John, 1665—1728. Dr. med., Professor der Medizin am Gresham College zu London 389.

Wren, Christoph, 1632—1723. Professor der Astronomie am Gresham College zu London und später in Oxford 56.

Wolff, Christian, Freiherr von, 1679—1754. Professor der Mathematik, Physik und Philosophie zu Halle und Marburg 5. 30. 56. 107. 121. 134. 135. 137. 161 ff., 397. 409.

Sachregister.

A.

Abhandlung der Gesellschaft naturforschender Freunde 419.
~en, astronomische 431.
Abmessungen des Raumes 23, 24, 25.
Abspülung des Erdreiches 237 ff.
Acapulco 392 f.
Achilles 108.
Acta eruditorum 119, 128, 146.
Action 163 f.
Aepinus 419 f.
Aerosphäre 423.
Afrika 222, 306, 309, 313.
Ägypten 235, 237, 368.
Akademie der Wissenschaften, Berliner 217 ff., Pariser 245.
Aldebaran 431.
Alluvion, pelagische 424.
—, uralte 425.
Alpen 306, 308.
Amboina 293.
Amerika 222, 306, 308 f., 317, 393.
Anaxarchos 164.
Anfangsgeschwindigkeit 89.
Antiphlogistiker 439.
Anziehung 356.
Anziehungskraft 403, 432.
Äquator 222 f., 293, 368 f., 373 f., 392.
~sluft 368.
Äquinoctien 436.
Äquinoctialzirkel 371.
Arabien 375, 393.
Arabischer Ocean 375.
Arabisches Meer 392.
Argumentum ad hominem 62.
Aristoteles 16.
Asien 222.
Astrologen 332.
Äther 362.
Äthiopien 368.
Atlantisches Meer 374.
Attraction, chemische und kosmologische 426.
Attractionstheorie 432.
Augsburg 320.
Ausdehnung 23, 344.
—, Eigenschaften der 24.
— von andern Eigenschaften 25.
Australland 376 f.
Axiomata 165.
Azorische Inseln 308, 312.

B.

Bäche, Geschichte der 386.
Banda 293.
Bassins 421.
Baumeister 391, 409.
Baumgarten 379, 391.
Bayern 306, 309.
Beccaria 419 f.
Beckmann, Johann 413.
Bengalen 433.
Bernoulli 5, 14, 63, 65, 66, 83, 107, 121, 159, 164, 178.
—, Daniel 180, Johann 152, 159 f.
Bernoullis Widerlegung 63.
Berührung 355.

Bewegung 18, 395f. — Definition 398.
—, Einteilung der 398.
~sgesetze 407.
—, allererste 71, freie 30, 32, 36, 177, 180, 184, 193.
— elastischer Körper 54, 55.
—, gleichförmige 137.
—, immerwährende 121.
—, wahrhafte 401.
—, wirkliche 36, 37, 41f., 68, 69, 111, 115f., 118.
Bevölkerung der Erdgegenden 235ff.
Bina, Pater 339.
Blocksberg 332.
Böhmen 421.
Boerhave 244.
Bohlius 4.
Borowski 341.
Bottnischer Meerbusen 239.
Bougouer 310, 314, 317, 333.
Boyle, Robert 320, 323.
Brabant 308.
Bradley 399.
Brasilien 325.
Brisen 392.
Brunnen, Geschichte der 386.
Bülfinger 5, 34, 91, 92f., 95f., 97, 116, 118.
Buffon 281, 300, 306f., 315, 384, 388, 389, 425, 427.
Burnet 389.

C.

Calais 286f.
Campsin 368.
Carré 285.
Cartesius 14, 35, 37, 40, 44, 45f., 49, 53, 54, 59, 64, 66, 75, 90, 96, 99, 105f., 109, 121, 133, 140, 142, 165, 176f., 192, 201f., 204, 208ff., 254.
Carthagena 392.
Cassini 274.
Catelan, Abt 119.
Cavalerius 142.
Centralkörper 426.
Centralkräfte 105.
Chaos 233f., 423.
Chastelet, Marquisin von 49, 62, 63, 77, 109, 147, 153, 154ff., 157.
—, ihr Streit mit Herrn von Mairan 62.
Chemie 439.
Chile 282, 294.
China 375.
Cirkellinie, Bewegung in der 101ff.
Cleve 308.
Collateralwind 373, westlicher 376.
Commentarium, des Bologneser Instituts 240.
— Petropolitanum 91, 134.
Conflictus 75.
Conjunction 333.
Continuität, Gesetz der 39, 124, 172f., 185, 198, 215.
—, Definition 405.
— in logischem Sinne 404f.
—, physisches Gesetz der 404f.
Cöln 308.
Collegium der Naturwissenschaft 409.
Cordillierisches Gebirge 317.
Cork 299.
Corrolarien 402.
Crawford 426.

D.

Dampier 325.
De Groeben 342.
Della Grotta 306.
De Luc 439.
Delta 235.
Deutschland 336f.
Diagonallinie, Kraft der 98, 99.
Dichtigkeit, specifische 360f.
Digby 332.
Dimension, 3fache des Raumes 23, neue 41f.

Dinge, ihre Existenz 21.
Don Ulloa 420.
Drausensee 247.
Druck eines elastischen Stoffes 255.
∽es, Momente des 206.
— der Schwere 123.
—, toter 29, 30, 31, 36, 114f., 118, 183.
Dynamik, neue 182, wahre 176.
Dynamisches Gesetz, unbekanntes 183.

E.

Ebbe und Fluth 434.
Eberhard 378, 390, 409.
Ebulition 423f.
Effect 136, effectus innocuus 135.
Eindrückung der Theile 81, 83ff.
Elasticität 81.
— physikal. Ursache der 63.
Elastische Körper 60, 61, 62, 161, 202.
Elemente der Körper 361.
Elsaß 308.
England 306, 309, 336f., 293.
Entelechie 16, 81.
Erdaxe 217ff.
Erdbeben vom 18. Nov. u. 9. Dec. 306, vom 26. Dec. 308.
—, Zwischenzeiten zwischen zwei 309.
—, Herd der 312.
—, Richtung der Erschütterung 314.
—, ihr Einfluss auf den Luftkreis 318.
—, ihr Zusammenhang mit den Jahreszeiten 317.
—, Nutzen der 320.
Erdbetrachtung, math., polit., physische 383f.
Erde 227f.
Erdkugel, Alter der 234f.
Erdoberfläche, Bildung der 233, 234.
Erhaltung der Kraft 66ff., 203.
— nach Cartesius 74.
Erfahrungsgesetz 403.
Eruptionen 420f.
—, vulkanische 425.
Europa 308f., 312.
Essenz, fünfte 249.
Existenz der Dinge 21.
— mehrerer Welten 22.

F.

Fall der Körper durch die Schwere 46.
Fallacia ignorationis elenchi 148.
Federkraft 80, 407.
Fernkräfte 344.
Feuerstoff 362.
Flamme, die Natur der 275ff.
Flötzschichten 424.
Flüsse, Geschichte der 386.
Flüssigkeiten 199ff.
Fontenelle 229, 231.
Franklin 339.
Frankreich 306, 336, 369.
Function 96.

G.

Gang, aufrechter 413f.
Gallion, manilisches 392.
Gautier 325.
Ganzes 22.
Gassendus 336.
Gebirge, unvulkanische 420.
Gekröse 414.
Gelegenheitsursache 143.
Gentil 281, 307, 316.
Gentlemen's Magazin 419.
Geometrie 341, 344, = höchste Wissenschaft von allen möglichen Raumesarten 25.
Geographie, physische 381, 409, allgemeiner Teil 385, besonderer Teil 390.
Geschwindigkeit 119, 184ff., 407f., Anfangsgeschwindigkeit 89, einfache 31, 42f., 178, 185.

Geschwindigkeit, endliche 152, 192, 213f.
— = nicht Kraft 167.
—, schlechte 42f., 45, 55, 62, 87ff., 96, 172, 175, 183, 191f., 195ff., 206.
—, Schätzung nach der 35, 36, 106, 107.
Gesetz der Continuität (s. u. C).
—, statistisches 255.
Gibraltar 306.
Gleichheit von Ursache und Wirkung 55, 56, 59f., 88, 125.
Gleichgewicht der Tendenzen 27.
Glowson 306.
Glückstadt 299.
Göttliche Anordnung 427.
Gottsched 140.
Granit 423.
s'Gravesande 15, 209.
della Grotta 306.
Grund, zureichender 125.
∾es, Größe des zureichenden 125.
∾es, Prinzip d. zureichenden 345.
Guinea 367.

H.

Härte unelastischer Körper 84.
—, vollkommene 82.
Halbkugel, südliche 375, 377.
Hales 244, 273, 322.
Hamberger 27, 69, 70.
Hamilton 419.
Hannover 336.
Hartsoecker 241.
Harze 337.
Hebel 130f.
Hebelsatz 46.
Hectar 121.
Hemisphäre, nördl. 376.
Herbstäquinoctium 375.
Hermann 5, 14, 47ff., 53, 57, 59ff., 108f., 121, 164, 181.
Hermanns Beweis für die Leibniz'sche Kräfteschätzung 47f.
Herodot 237.
Herschel 419, 421f.
Hertford Grafschaft 306.
Hollmann, Prof. 339.
Hooke, Robert 419.
Horaz 126.
Hübner 293.
Husum 305.
Huygens 56, 427.

I.

Ignoratio elenchi 148.
Indischer Ocean 375.
Indostan 375.
Inseln, Geschichte der 386.
Intension 167ff., 174f., 182, 186, 193, 196.
Intensität, Grad der 28.
— der Kraft 31.
Irland 325, 299.
Island 282, 288, 293.
Italien 282, 293, 309, 313, 325.

J.

Japan 375.
Japanisches Meer 374.
Jupiter 334f.
Jurin 146ff., 155, 167, 187f., 200, 367, 373
Jurins Einwurf 63.

K.

Karpaten 307.
Katechismus 439.
Keil 357, 360.
Klavius 421.
Kleinasien 313.
Körper, harte und flüssige 255f.
—, mathematische und natürliche 166.
—, vollkommen harte und weiche 406f.
—, ihre Zusammensetzung aus einfachen Teilen 349f.

Kolbe 392.
Kosmogonie 225.
Kosmologie 30.
Kräfte, lebendige 13, 31, 32, 36ff., 154, 170ff., 177ff., 197, 209, 213.
—, mathematischer Beweis für die lebendige 43.
—, tote 29, 37ff., 111, 171f., 179, 206.
Kräftemaß, wahres 127.
Kräfteschätzung nach Leibniz und Cartesius 35.
— Maß der 168.
Kraft, Definition 16, 88f., 167.
—, antreibende 29, 30.
—, anziehende u. abstoßende 344.
— Anziehungs- 403, 432.
—, außer sich zu wirken 23.
—, bewegende 17, 344.
—, Centralkräfte 165.
—, elastische 361.
—, endliche 101, 106.
—, Erhaltung der 66ff., 74, 203.
—, Fernkräfte 344.
—, Federkraft 80, 407.
—, substanzielle der Monaden 27.
—, unvergängliche 30.
—, wesentliche 16, 17f., 25, 26, 28.
—, wirkende 17, 18.
Krater, vulcanische 419f.
Krüger, Professor 339.
Krusemark 341.

L.

Land, Geschichte des festen L. 386.
Landwind 363.
Lava 337f.
Leibniz 5, 9, 13, 14, 16, 23, 31, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 44ff., 52ff., 62ff., 66f., 70, 90, 99, 106, 111, 119, 121f., 126ff., 129, 132f., 140, 146, 152, 164, 176f., 180f., 193, 200ff., 210ff., 389, 405.
Leibnizens Zweifelsknoten 146.
Lemery (Lemerisches Experiment) 338.
Libanon 229.
Lichtenberg 419, 431.
Lichtscheid 50, 51, 52.
Lima 317, 333.
Linnäus 388.
Lissabon 280f., 297, 305f., 309, 311.
List, Dr. 333.
Locarno 295.
Logik 390.
— der Wahrscheinlichkeiten 34.
Londonsche Societät 333.
Lothringen 308.
Lübeck 299.
Luft 273.
Luftkreis 365f.
~es, Geschichte des 387.
Lulofs 306, 384, 433.

M.

Madagascar 376.
Magazin, Gentlemans 419.
—, der Natur allgemeines 240.
Magdeburg 336.
Magellan 419.
Mähren 421.
Mairan, Herr von 49, 62, 63, 77, 108f., 116ff., 154ff., 157.
Major 72.
Malaga 309.
Manfred 240f.
Manilla 392f.
Marald 274.
Mariotte 199, 274, 369, 378.
~sches Gesetz 274.
Mars 335.
Marsigli, Graf 301.
Masse 74, 138f., 197f.
Mathematik 43, 81, 99, 165, 177, 391, 409.
Mathematische Erdbetrachtung 383.

Materie, ihre Wirkung auf die Seele 21.
Materien, imponderable 437f.
—, weiche 209ff.
Mechanik, abstracte 185.
Medium, elastisches 361f.
— resistens 185.
Meer:
Vom Meere 385.
Arabisches M. 392.
Bottnisches M. 293.
Großes deutsches M. 391.
Mittelländisches M. 306, 316.
Stilles M. 374, 377, 392.
Meerbusen, mexikanischer 392.
Meerlinse 333.
Menstruum (Auflösungsmittel) 393.
Mercur 355.
Meridian 370.
Mesenterium 414.
Metaphysik 32, 127, 341, 343, 391, 409.
Methode 109ff., 180.
Meyer 379, 390, 409.
Mikrographie 419.
Mindanao 392.
Mineralreich 390.
Minuszeichen 75, 77.
Modus cognoscendi 68.
Moment 406.
~e der Geschwindigkeit 131f.
Monade, Definition 345.
—, substantielle Kraft der 27.
Monadologie, physische 341ff.
Moscati, Dr. Peter 411, 413.
Mond 223f., 225, 417ff., 427, 429ff.
~athmosphäre 421.
—, sein Einfluß auf die Erdbeben 333ff.
~flecken 420.
~licht 431.
Moussons 375, 392.
Mühlenkampf 341.
Musschenbroek 15, 140, 143, 204ff., 209, 318, 367, 391.

N.

Naturgeschichte 383.
— des Himmels 225.
Naturphilosophie 341f.
Neapel, Königreich 339.
Neapolis 284, 299.
Neuholland 376f.
Neulicht 436.
Newton 5, 67, 184, 195, 220f., 225, 334, 355, 360, 403.
Niederdeutschland 235.
Niedersachsen 235.
Niederlande 308, 336f., 391.
Nil 235.
Nordpol 375.
Nordsee 308, 239, 299.
Nordwinde 368, 370, 374, 377, 378, 391.
Nord-Ostwind 319, 371, 373f., 375, 378, 392.
Nord-Westwind 371, 376f.

O.

Ocean, äthiopischer 367.
—, allgemeiner 425.
—, arabischer 375.
—, atlantischer 392.
—, indischer 375.
—, nordischer 391.
—, persischer 375.
—, südlicher 376.
Opposition 333.
Ort 22, 397.
Ostsee 299.
Ostwind 333, 367, 368, 371ff., 378, 392.
Ovid 144.

P.

Pallas 419.
Panama, Landenge von 392.
Papin 127.
—, Einwurf des 129f., 132, 135.
Peirescius 336.
Periode der Erdbeben 309.

Persien 375, 393.
Persischer Ocean 375.
Petersburger Akademie 419.
— — Abhandlungen der 34.
Peru 282, 294, 310, 313, 317, 325f., 333.
Pflanzenreich 390.
Pfortader 414.
Philippinische Inseln 392.
Physik 383.
Picardie 308.
Pietra Mala 338.
Planeten, höhere 426f.
—, ihr Einfluß auf die Erdbeben 331ff.
Polen 337.
Poleni 15, 209.
Poll, D. 338.
Politische Erdbetrachtung 383.
Portugal 299, 306, 309, 313, 325.
Preußen 235, 247.
Preußisch-Holland 247.
Profe, Prof. in Altona 331.
Prometheus 339.

Q.

Quadrat, Schätzung nach dem 13, 36, 42, 56, 100, 106, 145, 151, 165, 169, 183, 193ff., 209.
— der Geschwindigkeit 30, 32, 35, 42, 55, 62, 92, 95, 98, 105, 107, 111f., 119, 142, 144, 170f., 175, 178, 185, 192, 195, 199, 206ff.
Quadraturen 434.
Qualitas occulta 81.
Quantität, endliche 186.
— der Masse 197.
Quellen, Geschichte der 386.

R.

Raum 23.
— -Erscheinung Phaenomenon, nicht Substanz 349f.
—, leerer 344, 361f.
Raum, Sammlung von Substanzen 24.
—, seine Theilbarkeit ins Unendliche 344, 346.
∽erfüllung der Monaden 346, 349ff.
Ravenna 240.
Ray 307.
Region, jovialische 438.
—, vulkanische 438.
Rhein 235.
Rheinstrom 308.
Remus 397.
Renisus 214.
Riccolus 209.
Richter 148ff., 200.
Ruhe 195ff.
—, Definition 398, 405.
Rousseau 413.
Roussillon 309.

S.

Salpeter 273.
Salzgehalt des Meeres 237.
Santorino 312.
Saturn 335.
∽ring 427.
Schäffer, Dr. 439.
Schätzung nach dem Raume 47ff., 50.
Schediasma 137.
Scheuchzer 296.
Schiffahrt 389.
Schlußreden, philosophische 116.
Schröter, O. A. 431f.
Schwaben 306.
Schweden 293.
Schwefel 337.
∽ströme 314.
Schweiz 308, 337f.
∽ergebirge 306.
Seebeben 312.
Seele, innerlicher Zustand der 21.
—, Wirkung der, in dem Körper 20.
Sensibilität 439.

Seetubal (Stadt) 305.
Sicilien, Königreich 339.
Smyrna 316.
Sollicitation 196, 199.
Solstitien 436.
Spanien 306, 309, 313.
Spiritus rector 248.
Status repraesentativus universi 21.
Steinbock, Wendezirkel des 376.
Steinkohlenlagen 337.
Steinwehr 245.
Stilles Meer 374, 377, 392.
St. Michael 312.
Stoß, 55, 87f., 89f., 403ff., 407f.
— elastischer Körper 71, 73, 78f., 409.
— dreier elastischer Körper 57.
— unelastischer Körper 78f., 86.
— vollkommen harter Körper 405.
Substanz, einfache 345.
∽en, Verbindung und Relation außer einander seiender 21.
—, wirkende 32.
Substanzialität 349.
Südamerika 325.
Süderpol 376.
Südwinde 369, 371.
Südostwinde 373, 376.
Südwestwinde 371, 375, 392f.
Syzygien 434.

T.

Tagus (Tajo) 281, 305, 312.
Thebais 235.
Theil 22.
—, einfacher 346f.
Theilbarkeit, unendliche 344, 346f.
Theodicee 23, 180.
Thierreich 390.
Timoleon 6.
Toaldo 434, 436.
Tornado 368.
Transcendentalphilosophie 344.
Trägheitskraft 358f., 397, 402f.
Tycho 421.
Tyrol 306f.

U.

Uhr, astronomische, der Erdbeben 333.
Ulloa, Don 420.
Undurchdringlichkeit 353, 355.
Unelastische Körper 60, 81, 82ff., 86.
Unendliche Größe der Natur 186.
Ungewitter 378.
Urkräfte 344.
Ursache, äußerliche 171f., 176, 186f.
—, wirkende 143; vergleiche auch „Wirkung".
Urstoff der Weltkörper 426.

V.

Vallemont 332.
Varen 306, 367, 384.
Vendavalen 392.
Venedig 240.
Venus 335, 427.
Veralten, Begriff 232f.
— der Erde 227ff.
Veränderungen der Erde, Geschichte der 388.
Vernunftlehre 409.
Vesuv 284, 299, 311, 420.
Virgil 121, 133.
Vis, activa 20.
—, calorifica 17.
—, frugifaciens 17.
—, inertiae 28, 130f.
—, motrix 17, 18, 19.
Vivification (Lebendigwerdung) 173ff., 182f., 184ff., 187.
Vogel 341.
Vollkommenheit 26.
Vorgebirge der guten Hoffnung 392.
Vulcan 339.
Vulcane im Monde 417, 419f.

W.

Wallerius 239.
Wallis 56.
Wärme der Sonne 426.
—, ursprüngliche 425.
Wechselwinde 392.
Weiche Körper 194f.
Weichsel 235.
Weingeist 274.
Weisheit, Gottes 126f.
Weltgeist 238, 249.
Weltkörper, Entstehung der 425.
Welten, Möglichkeit vieler 25f.
Westphalen 336.
Westwinde, Erklärung der 374, 381, 391f.
Whiston 331, 389.
Whitehaven 306.
Williams 436.
Wilson 427.
Widerstand, äußerlicher 32.
— des Mittelraumes 200.
Winde, Entstehung der 366f., 368f.
—, Geschichte der 387.
—, periodische 375f.
Windezirkel 393.
Windrichtung, Veränderung der 369.
Windstille 377.
Wirbel 69.
Wirksamkeit der Monaden 351.
Wirkung der Körper in die Seele 19.
— der Seele in die Körper 20.
— gleich der Ursache 125f., 276.
Wirkung größer als die Ursache 122f., 187.
— kann verschwinden 187.
—, proportionale 194, 197, 333f.
— und Gegenwirkung 402f., 407f.
— —, Gleichheit der 403.
∽en, unschädliche 135, 136.
Witterung, Definition 435.
—, Zusammenhang der W. mit dem Erdstrich oder den Jahreszeiten 387.
Wren 56.
Wolff, Baron 5, 30, 56, 107, 121, 134, 135, 137, 161ff., 397, 409.
Woodward 389.

Y.

Yorkshire 306.

Z.

Zeit 37, 41f., 138f., 150f., 153f., 207, 210f., 431.
—, endliche 172f., 176.
—, Schätzung nach der 49, 50, 52, 53.
Zone, nördlich temperierte 368.
—, temperierte 373f.
—, heiße 374.
Zurücktreten des Meeres 236.
Zusammensetzung der Bewegung 90, 108, 114, 118.
— der Kräfte 109.
Zwerchfell 414.
Zwischenstoff, elastischer 255f.

Schillers philosophische Schriften und Gedichte

Auswahl.

Zur Einführung in seine Weltanschauung.

Mit ausführlicher Einleitung herausgegeben von

Professor Eugen Kühnemann

in Posen.

Preis 2 M., elegant gebunden 2,50 M.

Das Literarische Echo. IV. Jahrg., Nr. 12. Der Herausgeber hat sich mit dieser Schrift ein großes Verdienst erworben. Wenn es jetzt an der Zeit ist, ein neues und tieferes Verständnis der literarischen Leistung und Persönlichkeit Schillers zu gewinnen, so müssen auch seine ästhetischen Abhandlungen und mehr mit aufmerksamerem Verständnis gelesen werden als seither. . . . . .

Kühnemann erleichtert dem Leser das Eindringen und die Einführung in Schillers Lebens-, Welt- und Kunstansicht durch eine klare, übersichtliche und ins Tiefe gehende Einleitung. Sie erläutert verständnisvoll den pädagogischen Wert der Philosophie Schillers, gibt die Grundlinien der Ästhethik und Ethik Kants, kennzeichnet Schillers Verhältnis dazu und beleuchtet die für das Verständnis der Schillerschriften unentbehrlichen Gesichtspunkte. Die Auswahl selbst ist sehr glücklich getroffen.

Goethes Philosophie aus seinen Werken.

Ein Buch für jeden gebildeten Deutschen.

Mit ausführlicher Einleitung herausgegeben von

Professor Dr. Max Heynacher,

Provinzialschulrat in Hannover.

Preis 3,60 M., einfach geb. 4 M., in Geschenkeinband 5 M.

Berliner Tageblatt. Das Heynachersche Buch ordnet das gewaltige Werk nach der historischen Folge. Eine Einführung bringt die Geschichte des Lebens an der Hand der Entwickelung seiner philosophischen Anschauungen. Es folgen sodann vollständig oder in Auszügen, was man als philosophische Schriften klassifizieren kann. Das Buch ist nach seiner übersichtlichen Fassung und seiner durchsichtigen, alle Dunkelheiten vermeidenden Sprache für jeden Gebildeten verständlich; es eröffnet so auch dem philosophisch nicht Vorgebildeten eine königliche Tür in das Geistesleben unserer leitenden Geistesheroen. So ist sein Erscheinen dankbar zu begrüßen.

Herders Philosophie.

Ausgewählte Denkmäler aus der Werdezeit der neuen deutschen Bildung.

Herausgegeben von

Privatdozent Lic. **Dr. H. Stephan** in Leipzig.

Geheftet 3,60 M., gebunden 4.20 M.

Saul unter den Propheten? Herder unter den Philosophen? — Wer in eine Geschichte der Philosophie blickt, findet darin wenig genug über Herder. Trotzdem war es ein richtiger Gedanke des Herrn Verlegers, ihm einen Band der Philosophischen Bibliothek zu widmen. Wenn nicht alle Zeichen trügen, beginnt der philosophische Sinn unserer Gebildeten sich wieder zu heben. Dazu erwacht allmählich die Teilnahme für die Geschichte der deutschen Bildung in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Beide Strömungen müssen auf Herders Lebensarbeit führen. Dann aber bedarf es nicht nur der vielen Bücher über Herder, die wir haben, sondern vor allem auch eines kurzen, billigen Abdruckes seiner wichtigsten philosophischen Schriften. (Aus der Vorrede.)

Professor F. Kirchner: Wörterbuch der philosophischen Grundbegriffe. 4. Auflage. Völlig neu bearbeitet von Dr. C. Michaelis. Geheftet 5 M. 60 Pf. In Liebhaberband gebunden 7 M.

Preuß. Jahrbücher, Juli 1903. Durch diese Bearbeitung ist ein Hilfsmittel für das Studium der Philosophie geschaffen worden, das durch seine Faßlichkeit, Zuverlässigkeit und Präzision jedem Jünger und Freunde dieser Grundwissenschaft nicht dringlich genug empfohlen werden kann.

Professor Rudolf Eucken: Beiträge zur Geschichte der neueren Philosophie vornehmlich der Deutschen. Geheftet 3 M. 60 Pf. In Liebhaberband gebunden 4 M. 50 Pf.

Gesammelte Aufsätze zur Philosophie und Lebensauffassung. Geheftet 4 M. 20 Pf. In Liebhaberband gebunden 5 M. 20 Pf.

Deutsche Literaturztg. 1904, Nr. 29. Euckens ges. Aufsätze reichen auf dem Gebiete der Philosophie nahe an das heran, was die wundervollen Aufsätze Treitschkes uns auf historischem, die Michael Bernays auf literarhistorischem geben. Prof. Paul Hensel.

Dr. Karl Vorländer: Geschichte der Philosophie.
I. Band. Philosophie des Altertums und des Mittelalters.
II. Band. Philosophie der Neuzeit.
In Liebhaberband gebunden 8 M.

Preuß. Jahrbücher. Ein Buch wie geschaffen zur Einführung in die Philosophie.

Winkelmann: Geschichte der Kunst des Altertums. Mit einer Biographie Winkelmanns und Einleitung versehen. Herausgegeben von J. Lessing. 2. Auflage. Geheftet 5 M. In Liebhaberband 6 M. 20 Pf.

Der geniale Begründer der Kritik und der Geschichte der alten Kunst hat in diesem Werke das höchste Denkmal seines Geistes geschaffen. Noch heute darf es auf diesem Gebiete der Geschichtsschreibung als ein Muster gelten. Nicht nur dem Forscher, sondern auch dem gebildeten Laien unserer Tage bietet es eine Fülle nachhaltigster Anregungen.

Philosophische Bibliothek (112 Bände), oder Sammlung der Hauptwerke der Philosophie alter und neuerer Zeit. Aristoteles — Bacon — Berkeley — Bruno — Cicero — Condillac — Descartes — Fichte — Goethe — Grotius — Hegel — Herder — Hume — Kant — Leibniz — Locke — Mettrie — Plato — Schelling — Schiller — Schleiermacher — Scotus Erigena — Sextus Empiricus — Shaftesbury — Spinoza.

Neues Braunschweigisches Schulblatt, 18. Jahrg., 15. Juni, Nr. 12, 1905: . . . Die Bände dieser philosophischen Bibliothek, die die Hauptwerke der klassischen Philosophen enthalten, erfreuen sich bei philosophiekundigen Lesern längst eines guten Rufes. Die deutschen Volksschullehrer sind ja seit kurzem auch mehr der Philosophie nahe getreten. Sie finden da nun in angezeigter Sammlung gute brauchbare Studienwerke, z. B. die Werke Platos, Aristoteles', Spinozas, Kants u. a

To renew the charge, book must be brought to the desk.

TWO WEEK BOOK

DO NOT RETURN BOOKS ON SUNDAY

DATE DUE

Form 7079 6-52 30M S

UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 01908 2745